T.C.A. Greilich

Bedrohung Blackout

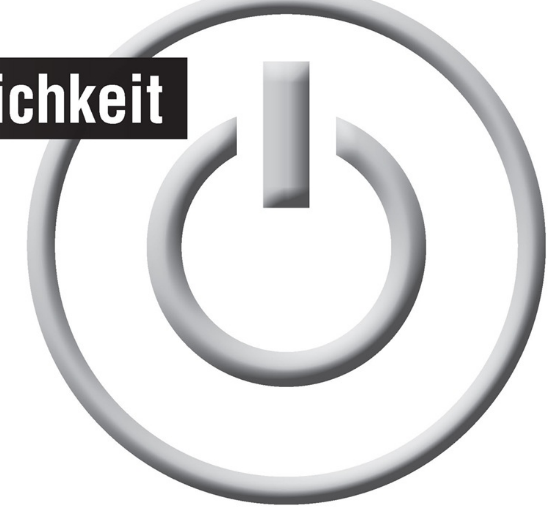
- Wahrscheinlichkeit
- Risiken
- Vorsorge

KOPP

T. C. A. Greilich

Bedrohung Blackout

- Wahrscheinlichkeit
- Risiken
- Vorsorge



KOPP VERLAG

1. Auflage August 2018
2. Auflage März 2020
3. Auflage Februar 2022

Lektorat: Renate Oettinger
Satz und Layout: Martina Kimmerle
Covergestaltung: Stefanie Huber

ISBN E-Book 978-3-86445-616-9
eBook-Produktion: GGP Media GmbH, Pößneck

Gerne senden wir Ihnen unser Verlagsverzeichnis
Kopp Verlag
Bertha-Benz-Straße 10
D-72108 Rottenburg
E-Mail: info@kopp-verlag.de
Tel.: (07472) 98 06-10
Fax: (07472) 98 06-11

Unser Buchprogramm finden Sie auch im Internet unter:
www.kopp-verlag.de

»Es ist besser, eine Kerze zu entzünden, als auf die Dunkelheit zu schimpfen«,

sagte Konfuzius, der Weise.
Der Narr lächelte:

»Vorausgesetzt, man hat eine!«

nach Manfred Schröder

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

jeden Tag fällt Hunderte Male in Deutschland der Strom aus, je nach Quelle auch Tausende Male. Bis auf wenige Ausnahmen sind diese Stromausfälle ***bisher*** regional begrenzt und/oder zeitlich überschaubar, stellen also gesamtgesellschaftlich kein wirkliches Problem dar.

Deshalb sind solche Stromausfälle weder Anlass noch Thema dieses Buches. Wenn der Begriff Blackout auch hin und wieder verwendet wird: Einen ***wirklichen*** Blackout haben wir in Deutschland bis dato nicht erlebt – aber, und das ist der entscheidende Punkt, wir steuern mit hohem Tempo darauf zu!

Es gibt einige sogenannte Prepper (vom Englischen »to be prepared«, also vorbereitet sein) in Deutschland, wahlweise auch als Verschwörungstheoretiker oder Weltuntergangspropheten belächelt, die sich unter anderem auf diesen Fall vorbereiten. Die Masse der Menschen in unserem Land lebt jedoch in einer Just-in-time-Gesellschaft, die schon nach 2 bis 3 Tagen ohne Versorgungsmöglichkeit im wahrsten Sinne des Wortes auf dem Trockenen sitzt. Vor allem an diese Menschen richtet sich dieses Buch.

Ich selbst bin seit 25 Jahren in Krisen- und Katastrophengebieten unterwegs. Ich habe unter anderem erlebt, wie Menschen unter ständig fehlendem Strom und einer ohne Elektrizität nicht mehr funktionierenden Infrastruktur leiden. Am härtesten trifft es immer unvorbereitete Menschen, denen der Wissensvorsprung vieler Prepper fehlt. Deshalb möchte ich Sie für das sensibilisieren, was auf uns zukommt, und ich tue das nicht aus einer abstrakten oder rein theoretischen Perspektive heraus, sondern aus echtem eigenen Erleben.

Wenn ich vom Unterwegssein in Katastrophengebieten spreche, geht es nicht etwa um die Dritte Welt, sondern auch um Hochwasserkatastrophen in Deutschland und Europa. Und selbst große Stromausfälle sind kein Dritte-Welt-Phänomen: Allein in den zurückliegenden 15 Jahren

- hatten in Deutschland 1 Viertelmillion Menschen fast 1 Woche lang keinen Strom,
- ging von Deutschland ein Stromausfall aus, der auch die Niederlande, Belgien, Frankreich, Spanien, Italien und Österreich erfasste,
- traf ein Stromausfall in Italien die sagenhafte Zahl von 57 Millionen Menschen.

Dieses Buch ist kein Roman, sondern ein Sachbuch. Mir ist wichtig, dass Sie nachvollziehen können, was ich schreibe. Was Sie lesen, ist keine Fiktion, sondern eine Beschreibung dessen, was uns bevorsteht, und die Gründe dafür.

Deshalb gehe ich umfangreicher, als es Ihnen vielleicht nötig erscheinen mag, im ersten Teil auf Überlegungen zur Wahrscheinlichkeit und im zweiten Teil auf die Faktoren ein, die unsere Stromversorgung gefährden, etwa Klimawandel, Energiewende oder gezielte Anschläge. Ich vertiefe diese Themen deshalb, weil es bis vor wenigen Jahren diese Bedrohungen noch nicht gab, unsere Gesellschaft jedoch heute täglich damit konfrontiert ist.

Verstehen Sie mich bitte nicht falsch: Das vorliegende Buch ist keine blinde Panikmache! Aktualität und Ausmaß können Sie anhand zitierter Behörden- und Expertenpositionen, öffentlicher Statistiken und realer Vorfälle nachvollziehen, die zeigen, wie oft wir schon ganz einfach Glück hatten – und dass eine wirkliche Versorgungs***sicherheit*** längst nicht mehr gegeben ist. Aufgrund der Vernetzung und Vergleichbarkeit unserer Länder beziehe ich Österreich und die Schweiz in meine Betrachtungen mit ein; diese Region ist mit dem Begriff »D-A-CH« gemeint.

Im dritten Teil beschreibe ich, was ein ***wirklicher*** Blackout ist, wie er typischerweise abläuft, welche Folgen er haben könnte und welche Vorsorgemöglichkeiten es gibt. Ganz wichtig: Niemand weiß, was genau passieren wird, aber vieles lässt sich aus den Erfahrungen in vergleichbaren Situationen abschätzen. Selbst wenn Nuancen anders ausgeprägt sein mögen, macht das diese Ausführungen nicht falsch oder unwahr.

Natürlich kann ich Ihnen weder versprechen, dass ein Blackout eintritt, noch dafür haften, dass meine Empfehlungen Sie vor dem Schlimmsten bewahren. Deshalb bekommen Sie von mir keine To-do-Liste, sondern ich möchte, dass Sie selbst mitdenken und die richtige Strategie für sich finden.

Wichtig ist, sich mit dem auseinanderzusetzen, was absehbar ist, um nicht völlig unvorbereitet zu sein. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und

Katastrophenhilfe (BBK) schreibt in seiner Publikation *Kapazitäten der Bevölkerung zur Bewältigung eines lang anhaltenden flächendeckenden Stromausfalles:* »Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Bewältigungskapazitäten in der Bevölkerung … deutlich höher ausfallen, wenn der Haushalt bereits mit dem Thema des lang anhaltenden Stromausfalles konfrontiert worden ist. … Das Risikobewusstsein der Bevölkerung muss im Hinblick auf lang anhaltende Stromausfälle gesteigert werden.«

In diesem Sinne möchte ich ein Bewusstsein schaffen. Was Sie am Ende tun wollen und können, hängt auch von Ihren individuellen Lebensumständen und Möglichkeiten ab – aber jede wie auch immer geartete Vorbereitung ist besser als keine Vorbereitung!

T. C. A. Greilich

Teil 1

Wahrscheinlichkeit

Thesen

Ich möchte diesem Buch drei Thesen voranstellen:

1. ***Ein Blackout kann schlimmere Auswirkungen haben als ein Krieg.***
2. ***Die Frage ist nicht, ob, sondern wann es zu einem Blackout kommt.***
3. ***Wenn Sie dieses Buch gelesen haben, werden Sie die Gefahr erkennen.***

Zu 1.: Ein Blackout kann schlimmere Auswirkungen haben als ein Krieg.

Ein großräumiger und lang andauernder tatsächlicher Blackout enthält alle Merkmale einer Katastrophe, abgesehen von extremen Wetterereignissen, sofern diese nicht gerade der Auslöser waren. Damit meine ich nicht nur die ausgefallene Energie, sondern vor allem die infolge des Infrastrukturausfalls nicht mehr oder nur noch beschränkt vorhandene Funktionalität von Lebensmittel- und Wasserversorgung, Verkehr und Bankwesen, Telekommunikation und Medien sowie staatlicher Verwaltung und öffentlicher Sicherheit.

Ein Krieg ist meist regional begrenzt; in den seltensten Fällen finden gleichzeitig landesweit Kampfhandlungen statt. Ein lang anhaltender und flächendeckender Stromausfall kann jedoch einer nationalen Katastrophe gleichkommen, wenn die gesamte Bevölkerung betroffen und von der Versorgung mit dem Lebenswichtigsten abgeschnitten ist.

Warum ziehe ich diese Parallele? Um Sie aufzurütteln! Denn während jeder Mensch vor einem Krieg Angst hat, machen sich viel zu wenige Menschen Gedanken über einen Blackout. Doch dafür ist dieses Thema zu weitreichend und zu ernst!

Zu 2.: Die Frage ist nicht, ob, sondern wann es zu einem Blackout kommt.

Ich habe bereits den Klimawandel, die Energiewende oder gezielte Anschläge als Gefährdungsfaktoren genannt. Die Aufzählung ist nicht abschließend, doch schon diese drei Beispiele machen – jedes für sich – die Bedrohung unserer Versorgungssicherheit deutlich.

Täglich ist Deutschland mit Cyberangriffen auf unsere Infrastruktur konfrontiert. Oft genug sind Hacker bereits in öffentliche Datennetze eingedrungen. Ein Vorfall aus dem Jahr 2015, bei dem Energieversorger im Zentrum von Cyberattacken standen, hat bereits gezeigt, dass auf diesem Weg auch die Stromversorgung manipuliert und gezielt abgeschaltet werden kann.

Ob man es dem Klimawandel zuschreibt oder nicht: Seit Jahren sind zunehmende Extremwetterereignisse festzustellen. »Jahrhunderthochwasser« finden alle paar Jahre statt. Orkane und Tornados gehören selbst in Deutschland zu den regelmäßigen Wetterphänomenen. Und trockene Sommer sowie schneereiche Winter führen unsere Stromversorgung an ihre Grenzen.

Das ist nicht zuletzt eine Folge der Energiewende, die eine völlige Systemumkehr bedingt und beinahe täglich stabilisierende Eingriffe erforderlich macht, um das nötige Gleichgewicht zwischen Stromerzeugung und – verbrauch zu wahren.

Selbst wenn dies auch weiterhin gelingt und uns das Glück hold bleibt: Spätestens wenn am 31.12.2022 die letzten deutschen Kernkraftwerke vom Netz gehen, beginnt eine Phase gesteigerter Gefährdung – denn die Stromtrassen, die benötigt werden, um den in Norddeutschland erzeugten Ökostrom nach Süden zu transportieren und eine Erzeugungslücke zu vermeiden, werden nach aktueller Planung erst 2025 fertig.

Die Einschätzung, dass es keine Frage mehr des Ob, sondern nur noch des Wann ist, teilen viele Experten. Da ein Blackout ein Unglück ist, das nicht terminlich vorhersagbar ist, kann und will sich jedoch niemand auf ein Datum festlegen. Es lässt sich aber ganz klar absehen, dass die bereits von Jahr zu Jahr zunehmende Gefahr eines Blackouts spätestens in 5 Jahren, also bereits 2023, einen neuen Höhepunkt erreichen und so groß sein wird wie nie zuvor.

Zu 3.: Wenn Sie dieses Buch gelesen haben, werden Sie die Gefahr erkennen.

Mir ist bewusst: Nur wenn Sie selbst von dem überzeugt sind, was ich schreibe, werden Sie sich mit den Folgen eines Blackouts für sich persönlich und Ihre Familie auseinandersetzen – je nach Ihren Funktionen eventuell auch für Ihre Firma oder Ihr örtliches Umfeld.

Ich stelle meine Thesen diesem Buch voran. Was ich bisher nur angerissen habe, werde ich im weiteren Verlauf ausführlich vertiefen und belegen. Und ich bin mir sicher: Wenn Sie dieses Buch gelesen haben, werden Sie es verstehen.

Einführung

Ausgangslage

Wir leben in einer modernen, arbeitsteiligen und hoch technisierten Gesellschaft, in der die Versorgung der Bevölkerung mit (lebens-)notwendigen Gütern und Dienstleistungen durch ein eng verflochtenes Netzwerk sogenannter Kritischer Infrastrukturen (abgekürzt: KRITIS) erfolgt. Dank der hochgradigen Vernetzung können wir kurzfristig planen, brauchen nicht vorzusorgen, alles ist jederzeit verfügbar. Bahnschienen und Straßen, Kupferdraht und Glasfaser, Bluetooth und Wi-Fi durchziehen unser Land und verbinden uns.

Damit geht eine hochgradige interne Komplexität und Abhängigkeit der verschiedenen Sektoren voneinander einher. Man setzt voraus, dass all die Systeme, die im Hintergrund längst völlig automatisiert ablaufen, störungsfrei funktionieren. Besonders hoch ist die Abhängigkeit im dicht verbauten, urbanen Raum.

Vorstellungskraft

Die meisten Menschen können sich das Ausmaß der Vernetzung und der gegenseitigen Abhängigkeiten nicht vorstellen – etwa dass alle Netze und Systeme auf einem funktionierenden Stromnetz basieren. Unser tägliches Leben ist jedoch komplett von der Stromversorgung abhängig, ohne dass uns das im Alltag bewusst ist. Wir nutzen den Strom an vielen Stellen völlig unbewusst.

Strom kommt aus der Steckdose, Wasser aus dem Wasserhahn, Ladengeschäfte haben teils rund um die Uhr geöffnet, wir sind höchst mobil, durch das Internet stehen uns etwa Bankwesen, Telekommunikation und Medien »24/7« (gesprochen: *twentyfourseven*), also schlichtweg ***immer,*** zur Verfügung. Naturkatastrophen treten überwiegend regional auf, Kriege sind für uns ein Phänomen der Geschichte, die Euro- und Finanzkrise ist überwunden, und für alles andere ist der Staat zuständig und verantwortlich.

Wir rechnen nicht damit, dass wir vielleicht einmal eine Zeit lang ohne den gewohnten Versorgungsumfang und die zugrunde liegenden Infrastrukturen auskommen müssen. Wir verlassen uns darauf, dass immer alles funktioniert – wir machen uns keine Gedanken darüber.

Anfälligkeit

Allerdings wurden viele Prozesse, insbesondere in den Bereichen Logistik und Versorgung, nach dem Just-in-time-Prinzip an den Optimalzustand – bei dem alles funktioniert – angepasst. Die Kehrseite der Medaille ist jedoch eine tiefe Verwundbarkeit unserer Infrastruktur und unserer Lebensweise.

Weil wir eine der besten Stromversorgungen weltweit haben, konnten wir unsere Rückfallebene reduzieren und brauchen kaum noch Vorsorge treffen – und wir haben keinen Puffer mehr, um mit einem ungeplanten Ereignis umgehen zu können.

Man spricht auch vom sogenannten Verletzlichkeitsparadoxon: Je sicherer ein System ist, desto krisenhafter wirkt ein auftretender Störfall, weil man Störfälle einfach nicht mehr gewohnt ist.

Dass mit täglichen Eingriffen, die pro Jahr Milliarden an Kosten verursachen, das System in all seiner Anfälligkeit aufrechterhalten wird, statt angesichts veränderter Rahmenbedingungen Zeitplan und Umsetzung der Energiewende auf den Prüfstand zu stellen, verschärft die Situation noch zusätzlich. Wie so oft muss wohl erst etwas Größeres passieren, damit ein Umdenken einsetzt.

Erfahrungsdefizit

In den USA ist man mit Stromausfällen vertraut und darauf vorbereitet. In Schweden schreibt das Gesetz vor, dass alle Stromabnehmer geeignete Vorkehrungen treffen müssen, um sich 24 Stunden lang selbst versorgen zu können. In Kanada ist es sogar völlig normal, dass Stromlieferverträge vorsehen, dass auch mal bis zu 3 Tagen am Stück kein Strom geliefert werden kann.

Hierzulande besteht hinsichtlich des Informationsstands der Menschen und ihrer Wahrnehmung der Problematik jedoch ein erhebliches Defizit. Weder ist die Stromversorgung als Kritische Infrastruktur für die Bevölkerung ein Thema,

noch besteht Verständnis für die Möglichkeit größerer Stromausfälle und die Folgen einer Unterbrechung der Stromversorgung. Stattdessen herrscht die sichere Überzeugung, dass Blackouts nur in Ländern mit einem niedrigeren Entwicklungsstand auftreten.

Das führt gewissermaßen zu einem Luxusproblem: Der Katastrophenfall wird meist lokal oder regional gedacht. Es gibt schlicht keine praktischen Erfahrungen mit extremen Ereignissen von nationaler oder gar internationaler Bedeutung – in der Bevölkerung ebenso wenig wie bei den Einsatzkräften. Wir haben im Prinzip kein Verständnis dafür, was passiert, wenn der Strom großräumig und lang andauernd ausfällt.

Sensibilisierung

In der Psychologie spricht man auch von »unrealistischem Optimismus«. Ein derart weitreichendes Ereignis können wir uns nicht vorstellen, da wir so etwas noch nicht erlebt haben. Dementsprechend gibt es keine nennenswerte Vorbereitung auf einen Blackout, und die Fähigkeiten zur Bewältigung seiner Folgen sind kaum entwickelt.

Umso wichtiger ist die Sensibilisierung für die Möglichkeit, dass es auch mal zu einem Störfall kommen kann. Spätestens seit »9/11«, den Terroranschlägen vom 11. September 2001, wissen wir, dass es Szenarien gibt, die erst dann in unseren Denkhorizont gelangen, wenn sie passieren. Insofern geht es um nichts weniger als darum, das Undenkbare zu denken!

Tragweite und Definition eines Blackouts

Tragweite

Statistisch gesehen fällt im Verlauf von 10 Jahren zweieinhalb Mal der Strom aus. Insofern haben die meisten Menschen schon einen oder mehrere regional begrenzte Stromausfälle erlebt, bei denen allerdings nur der Strom ausgefallen ist, die überregionale Infrastruktur aber uneingeschränkt weiter zur Verfügung gestanden hat. Sie wissen, wie sich ein kurzzeitiger Stromausfall anfühlt, was damit verbunden ist – und denken, bei einem flächendeckenden Blackout sei nur die betroffene Fläche größer. Dabei vergessen sie jedoch das zweite Merkmal eines echten Blackouts, nämlich die lange Dauer.

Die meisten Menschen denken bei einem Stromausfall zuallererst an das Licht, wohl weil sich dessen Ausfall als Erstes bemerkbar macht, während anderes – etwa ein ausgefallener Kühlschrank – im ersten Moment überhaupt nicht auffällt. Im Unterschied dazu ist ein Blackout jedoch kein gewöhnlicher Stromausfall!

Abgrenzung nach Größe

Das erste Blackout-Merkmal ist, wie gesagt, die Größe des betroffenen Gebietes. Zu unterscheiden sind

- lokale und regionale Stromausfälle, die einzelne Straßenzüge, Siedlungen oder begrenzte Gebiete im Niederspannungsnetz beziehungsweise einzelne Stadtteile (Bezirke) oder ganze Ortschaften im Mittelspannungsnetz umfassen, und
- überregionale, netzweite Stromausfälle.

Europäisches Verbundsystem

Die Übertragungsleitungen des deutschen Stromnetzes haben eine Gesamtlänge von 1,8 Millionen Kilometern; das entspricht fünf Mal der Strecke Erde–Mond. Allerdings gibt es schon lange kein isoliertes deutsches Stromnetz mehr, sondern es ist Teil des europäischen Verbundsystems (EV).

Dieses geht auf eine Zusammenschaltung der Stromnetze Deutschlands, Frankreichs und der Schweiz im Jahr 1958 zurück. Heute umfasst es 34 Länder und reicht von Westportugal über Estland bis in die Osttürkei. Die Gesamtlänge der Übertragungsleitungen reicht 25 Mal um den Erdäquator.

Wenn von überregionalen oder gar netzweiten Stromausfällen die Rede ist, dann ist dies der Rahmen; die mangelnde Wirksamkeit nationaler Grenzen kann man sich in etwa so vorstellen wie die Lage auf einer Autobahn in der Hauptferienzeit: Wenn der Verkehr irgendwo stockt, reichen die Rückstaus über die Landesgrenzen hinweg.

Hier lässt sich nicht nur ein Dominoeffekt als Vergleich anführen, vielmehr kann selbst das schwächste Glied in der Kette das gesamte System beeinträchtigen oder gar zum Ausfall bringen. Dies hat sich Anfang 2018 eindrucksvoll gezeigt, als auf dem Balkan infolge eines politischen Streits zwischen Serbien und Kosovo über längere Zeit zu wenig Strom ins Netz gespeist wurde, was in Deutschland dazu geführt hat, dass Radiowecker, Uhren in Mikrowellenherden und andere stromnetzgespeiste Uhren um rund 5 Minuten nachgegangen sind.

Abgrenzung nach Dauer

Das zweite Merkmal eines Blackouts ist die Dauer. Stromausfälle werden eingeteilt in

- kurzzeitige Ausfälle, die nur wenige Sekundenbruchteile andauern, bis die Energieversorgung automatisch wiederhergestellt wird;
- kurzzeitige Spannungsabsenkungen (Spannungsabfall) durch Überlastung infolge unvorhergesehener Ereignisse (sogenannte ***Brown***outs), die aufgrund der Möglichkeiten, regelnd in den Netzbetrieb einzugreifen, im europäischen Verbundsystem nur sehr selten überregional vorkommen, aber auch unmittelbar vor einem Totalausfall auftreten können;
- mittel- beziehungsweise langfristige Stromausfälle oder Totalausfälle durch

einen kompletten Spannungsausfall mit offener Dauer – das wird als ***Black***out bezeichnet.

Definition

Ein Blackout ist nach hiesigem Verständnis allerdings mehr als die englische Übersetzung des Begriffes Stromausfall.

Vielmehr ist ein Blackout ein plötzlich auftretender, großräumiger oder flächendeckender, überregionaler, gegebenenfalls zeitgleich weite Teile Europas umfassender, über mehrere Tage hinausgehender Strom- und Infrastrukturausfall. In der Fachwelt wird auch von einer »Großstörung« oder einem »Schwarzfall« gesprochen.

Anders als bei einem lokalen und/oder kurzzeitigen Stromausfall fällt bei einem Blackout gleichzeitig oder zeitnah nacheinander alles aus, was mit Strom versorgt wird – mit Folgen und kaskadierenden Schadenswirkungen (Dominoeffekten), die die gesamte Infrastruktur zum Erliegen bringen. Im Unterschied zu einem einfachen Stromausfall kann sich die Bevölkerung bei einem solchen Vorkommnis auch nicht auf organisierte Hilfe verlassen, weil diese spätestens nach Überschreiten der 72-stündigen Notstromversorgungsdauer nur noch schwer erreichbar und eingeschränkt handlungsfähig ist.

Die Herausforderung besteht dabei nicht nur in dem Stromausfall an sich, sondern besonders in dem damit verbundenen infrastrukturellen Kollaps, der auch bei einer Rückkehr der Stromversorgung nicht sofort und ohne Weiteres wieder behoben werden kann.

Indizien

Deshalb ist es wichtig, im Fall der Fälle einen Stromausfall von einem Blackout zu unterscheiden.

Wichtigstes Indiz ist, an welchen Stellen kein Strom mehr vorhanden ist:

- Ist der Ausfall auf ein Gerät, ein Verlängerungskabel, eine Steckdosenleiste oder eine Sicherung begrenzt?

- Ist die ganze Wohnung oder das ganze Haus betroffen?
- Zeigt ein Blick aus dem Fenster, dass die gesamte Straße oder gar die ganze Stadt keinen Strom mehr hat, etwa durch dunkle Lampen und Ampeln, liegen gebliebene Schienenfahrzeuge oder Alarmanlagen, die einen Fehlalarm ausgelöst haben?

Dadurch lässt sich manchmal schon auf eine Ursache beziehungsweise die Reichweite schließen und in den meisten Fällen ein Blackout ausschließen.

Steht Ihr Umfeld jedoch still, so weit Sie sehen können, sollten Sie Ihr Handy überprüfen. Wenn auch Mobilfunk und Internet nicht funktionieren, deutet dies auf ein überregionales Problem hin.

Am besten ist es dann, in den ersten beiden Stunden zu reagieren, wenn den wenigsten Menschen die Tragweite des Stromausfalls bewusst geworden und noch keine Panik ausgebrochen ist. Noch befindet sich Wasser in den Leitungen. Noch sind die Läden mit Waren gefüllt. Eventuell arbeiten Banken und Tankstellen noch.

Verstehen Sie mich nicht falsch: Es wäre wünschenswert, dass jedermann das erhält, was er braucht. Doch bei einem Blackout werden die Ressourcen dafür nicht reichen!

Aktualität und Wahrscheinlichkeit

Bevor in diesem Kapitel erstmals von einzelnen Leistungsgrößen die Rede sein wird, kurz eine Übersicht zur Nachvollziehbarkeit:

1 Terawatt (TW)
= **1000** (1 Tausend/10^3) Gigawatt (GW)
= **1000000** (1 Million/10^6) Megawatt (MW)
= **1000000000** (1 Milliarde/10^9) Kilowatt (kW)
= **1000000000000** (1 Billion/10^{12}) Watt (W)

Katastrophenschutzübungen und Kongresse

Sicherlich kennen Sie das Phänomen der selektiven Wahrnehmung: Wenn ein Mensch auf ein bestimmtes Thema fixiert ist, nimmt er Aussagen zu diesem Thema verstärkt wahr. Ich bin mir sicher: Wenn Sie dieses Buch bis hierhin gelesen haben, werden Sie künftig eine viel stärkere Wahrnehmung für Nachrichten über Stromausfälle haben. Doch nicht nur den Medien kann man ständig Berichte über entsprechende kleinere oder größere Vorfälle entnehmen, die sich zu einem Gesamtbild zusammenfügen. Sondern man kann auch mitbekommen, dass sich hochrangige Vertreter von Behörden und Rettungsdiensten auf internen Tagungen und Kongressen zunehmend mit der Blackout-Problematik befassen, etwa beim »3. Regensburger Energiekongress – Fokus: Blackout«, beim »Cluster-Forum ›Stromausfall – Versorgungssicherheit im Inselnetzbetrieb mit dezentraler Einspeisung‹« oder bei der KRIFA-Fachtagung »Konzepte gegen das ›Schweigen der Ämter‹«, die allesamt in letzter Zeit stattgefunden haben.

Persönlich war ich überrascht, mit welcher Dringlichkeit auch bei der CP-Konferenz »Fachtagung zur neuen Konzeption Zivile Verteidigung« (CP = Crisis Prevention) im Januar 2018 über das Szenario eines Blackouts gesprochen wurde, wenngleich hier der Fokus auf einer Cyberbedrohung als Ursache lag. Aber es wurde nicht nur deutlich, dass ein solches Ereignis in Deutschland auf Bundesebene als das wahrscheinlichste Großkatastrophenszenario angesehen

wird, sondern es wurde auch offen darüber gesprochen, wie leicht das europäische Stromnetz manipulierbar ist, wie nah wir bereits einem Blackout waren und welche Defizite bei der Vorsorge bestehen.

Allerdings hat diese Einsicht auch längst die praktische Ebene erreicht. So haben in den zurückliegenden Monaten etwa in Süddeutschland bei Stuttgart 2300 Einsatzkräfte eine Katastrophenschutzübung absolviert, bei der unter anderem ein Stromausfall simuliert wurde. In Norddeutschland, in der Landesfeuerwehrschule Harrislee, hat der Führungsstab des dortigen Katastrophenschutzes einen großflächigen Stromausfall mit zahlreichen sich daraus ergebenden Notlagen geübt. Und auch das Szenario der großen länder- und ressortübergreifenden Krisenmanagementübung LÜKEX im November 2018 befasst sich mit einer Gasmangellage in Süddeutschland, die sich unter anderem auf Heiz- und Stromkraftwerke auswirkt.

Treibstoffversorgung bei Stromausfall

Die Blackout-Problematik ist offenbar mit all ihren Facetten bei den Verantwortlichen angekommen – zumindest bei denen, die im Katastrophenfall die schlimmste Not lindern sollen.

Der Präsident des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), Christoph Unger, sagte schon 2016: »Der lang anhaltende, flächendeckende Stromausfall ist für uns die zentrale Herausforderung, der wir uns gegenübersehen.«

Ein zentraler, wenn nicht der wichtigste offene Punkt war bislang die Treibstoffversorgung, mit der aus Sicht des BBK die Bewältigung eines Blackouts steht und fällt. Man hat diesem Thema eine entsprechende Priorität beigemessen und Ende 2017 einen Leitfaden vorgestellt, wie Behörden bei einem Blackout für Treibstoff sorgen können, um die Notstromaggregate in Kritischen Infrastrukturen (KRITIS) wie Krankenhäusern, Feuerwehren oder Wasserwerken über deren 72-stündige Treibstoffreserve hinaus betreiben zu können.

Dabei geht es weniger um den Treibstoff an sich; davon gibt es in Deutschland als Teil der sogenannten Ölkrisenvorsorge genug: Der Erdölbevorratungsverband (EBV) hat die Aufgabe, Vorräte an Erdöl und Erdölerzeugnissen (Benzin, Diesel, Heizöl und Kerosin) für mindestens 90 Tage

zu halten, deren Umfang sich an den entsprechenden Nettoimporten des Vorjahres orientiert. Konkret lagern 9,5 Millionen Tonnen fertige Kraftstoffe und 15 Millionen Tonnen Rohöl über das ganze Land verteilt in riesigen Reservetanks.

Vielmehr geht es um die Auslagerung und Verteilung, also um die Frage, wie der Treibstoff bei einem Blackout zu Generatoren, Tankstellen und Raffinerien kommt – wofür wiederum Strom gebraucht wird, um ihn aus den Tanks zu pumpen, und darüber hinaus eine funktionierende IT, um beispielsweise die Diebstahlsicherung der Tanklastwagen zu entsichern.

Das BBK hat darauf Antworten gefunden und empfiehlt etwa die Notstromabsicherung mindestens einer Tankstelle pro Landkreis oder die Ausarbeitung von Prioritätenlisten, wer überhaupt vorrangig Treibstoff erhalten soll – denn bisher gibt es bundesweit keine Regelung, welche Behörde im Ernstfall auf welches Treibstofflager zugreifen kann. Dem BBK zufolge sollten folgende Einrichtungen und Anlagen bei einer Priorisierung zur Verteilung von Treibstoff besonders betrachtet, bewertet und dementsprechend berücksichtigt werden:

- Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS, Feuerwehr, Rettungsdienst, Polizei, Hilfsorganisationen, Technisches Hilfswerk (THW), Katastrophenschutzbehörden, sonstige operative Kräfte)
- Digitalfunkbetreiber (BOS-Funk)
- Krankenhäuser, Alten- und Pflegeeinrichtungen
- Ver- und Entsorger (Strom, Gas, Wasser, Abwasser)
- Telekommunikationsnetzbetreiber
- regional spezifische Dienstleister/Infrastrukturen (zum Beispiel Tierhaltungsbetriebe, Häfen, Lotsenwesen)
- medizinische Infrastrukturdienste (Pflegedienste, kassenärztliche Versorgung, Dialysezentren)
- Betriebe und Einrichtungen zur Versorgung der Bevölkerung (etwa mit Lebensmitteln)
- Notunterkünfte des Katastrophenschutzes, Sammelunterkünfte
- (überwiegend) öffentlicher Transport und Verkehr
- (überwiegend) öffentlich-rechtliche Medien (Information der Bevölkerung)
- Justizvollzugsanstalten

- Störfallbetriebe

Nein, das Problem ist damit noch nicht gelöst. Vielmehr hat das BBK mit seinen Empfehlungen überhaupt erst eine Lösung angestoßen; bislang macht der Leitfaden eher die Defizite und den weiteren Handlungsbedarf deutlich. Dieser Vorgang zeigt aber exemplarisch, wie aktuell die Blackout-Bedrohung auch für die Behörden ist und wie ernst die Verantwortlichen sie nehmen.

Analyse für den Deutschen Bundestag

Das ist nicht neu: Schon Ende 2010 hat das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) aufgrund eines Beschlusses des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages eine systematische Analyse der Folgen eines lang andauernden und großflächigen Stromausfalls vorgelegt und Möglichkeiten zur Bewältigung einer solchen Großschadenslage aufgezeigt.

Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass sich die Folgen eines lang andauernden und großflächigen Stromausfalls aufgrund der nahezu vollständigen Durchdringung der Lebens- und Arbeitswelt mit elektrisch betriebenen Geräten zu einer Schadenslage von besonderer Qualität summieren würden, dass alle Kritischen Infrastrukturen betroffen wären und ein Kollaps der gesamten Gesellschaft kaum zu verhindern wäre.

Untersucht wurde das Szenario eines mindestens 2-wöchigen, auf das Gebiet mehrerer Bundesländer übergreifenden Stromausfalls. Dabei haben die Analysen laut TAB gezeigt, dass im betroffenen Gebiet schon nach wenigen Tagen eine flächendeckende und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit (lebens-)notwendigen Gütern und Dienstleistungen nicht mehr sicherzustellen und die öffentliche Sicherheit gefährdet wäre. Der Staat würde ferner seiner grundgesetzlich verankerten Schutzpflicht für Leib und Leben seiner Bürger nicht mehr gerecht werden können, und die durch den Blackout ausgelösten Folgen wären selbst durch eine Mobilisierung aller internen und externen Kräfte und Ressourcen allenfalls noch zu mildern, aber nicht mehr »beherrschbar«.

Wer diese Studie gelesen hat, wird wohl nie wieder leichtfertig über einen Blackout sprechen, und viele der Vorschläge zur Abmilderung einer solchen Situation sind offenbar auch in die neue Konzeption Zivile Verteidigung (KZV)

eingeflossen. Seit der damalige Bundesinnenminister Thomas de Maizière das Konzept nach einem Kabinettsbeschluss im Sommer 2016 vorstellte, damit eine Hamsterkauf-Debatte auslöste und dafür heftige Kritik einstecken musste, wird das Thema jenseits der Öffentlichkeit weiter behandelt. Umsetzung und Implementierung werden aktuell für die Jahre ab 2020 geplant.

Behörden- und Expertenpositionen

Doch mit solchen Einschätzungen steht das TAB nicht allein:

- Die Szenariostudie »Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2014« der deutschen Bundesregierung thematisiert als Folgen einer schweren Sturmflut nach einem extremen Wintersturm auch schwere Schäden an Infrastrukturen der Elektrizitätsversorgung, was zu großflächigen Stromausfällen führen würde. Als Teil des Szenarios wären bundesweit zeitweise mehr als 6 Millionen Personen von den teils lang anhaltenden Stromausfällen betroffen. Die Folge wäre eine weitreichende Nichtverfügbarkeit von Versorgungsleistungen Kritischer Infrastrukturen für die Bevölkerung. Die Schadensparameter »Verletzte, Erkrankte«, »Hilfsbedürftige« und »Auswirkungen auf die öffentliche Sicherheit und Ordnung« erreichen in der Studie das höchste anzunehmende Schadensausmaß; der Schadensparameter »Tote« erreicht zwar nur das zweithöchste Schadensausmaß, ist mit einer ermittelten Anzahl von 1000 Toten aber sehr bedrückend.
- Ralf Ackermann, der Präsident des Hessischen Feuerwehrverbands, sagte 2017: »Wir merken halt, dass … das Netz nicht mehr zu 100 Prozent stabil ist.«
- Im »Thesenpapier 1: Vulnerabilität und Resilienz als Konzepte zum Umgang mit irreduziblen Unsicherheiten bei der Energiewende« der Universität Bremen aus 2014 heißt es, im Zuge der Energiewende müsse für eine Übergangszeit von einer Zunahme von Instabilitäten und Störereignissen ausgegangen werden, für die es wenige Erfahrungswerte gibt. Die massive Transformation im Rahmen der Energiewende führe mit hohem Tempo in einen nicht eindeutig festgelegten, aber in jedem Fall unerprobten Zustand, was zumindest zeitweise mit einer deutlich höheren

Gefährdung der Versorgungssicherheit einhergehen dürfte.

- 2015 wurde der Endbericht zum KIRAS-Sicherheitsforschungsprojekt »*Blackoutprävention und – intervention im österreichischen Stromnetz*« (BlackÖ.2) veröffentlicht, das auf dem Projekt »*Blackouts in Österreich*« (BlackÖ.1) basierte und von neun Projektpartnern aus Regierung, Universitäten und Stromversorgern getragen wurde. Die Studie machte deutlich, dass die hohe Versorgungssicherheit mit elektrischer Energie in Österreich gefährdet ist, das Risiko von großflächigen Blackout-Ereignissen im österreichischen Stromnetz mittelfristig signifikant ansteigt und eine ernsthafte Gefährdung der öffentlichen Sicherheit gegeben ist.
- In der Schweiz wird auf Bundesebene ein landesweiter Blackout mit darauffolgender monatelanger Strommangellage als das wahrscheinlichste Großkatastrophenszenario angesehen; bereits im Risikobericht 2012 wurde ein Ausfall der Stromversorgung als größtes Risiko in Bezug auf Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit festgestellt. Ebenso wurde eine Strommangellage im Update 2015 als Top-Risiko auf der nationalen Risikoskala identifiziert. Gemäß Schweizer Risikoanalyse ist ein solches Ereignis alle 30 bis 40 Jahre zu erwarten.

Stimmen aus der Versorgungswirtschaft

Weil man den Energieerzeugern gern unterstellt, dass ihre Verlautbarungen von eigenem Interesse getrieben sein könnten, führe ich einige Aussagen separat an:

- Nach einem großen Stromausfall mit 76 Millionen Betroffenen 2015 in der Türkei stellte das European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) in seinem anschließenden Bericht fest, dass es trotz der allgemeinen Erwartung der Öffentlichkeit in den wirtschaftlich fortgeschrittenen Ländern, wonach die Stromversorgung niemals unterbrochen werden sollte, leider kein kollapsfreies Stromsystem gebe.
- Austrian Power Grid (APG) wies schon 2013 darauf hin, dass »es immer herausfordernder [werde], die Stabilität im europäischen Stromversorgungsnetz aufrechtzuerhalten«. 2017 sagte der technische Vorstandsdirektor Gerhard Christiner, es fehle in Österreich und Europa wesentliche Leistung, um das System in Summe sicher zu gestalten; es

könne »schon einmal eng werden, das haben wir sehr markant gesehen. Das System ist in einer Schieflage. Das ist jeden Tag ein Balanceakt.«

- Der Schweizer Übertragungsnetzbetreiber Swissgrid warnte 2015 gar, dass »mit einem totalen Versorgungsausfall in großen Teilen der Schweiz gerechnet werden« müsse.
- Klaus Kleinekorte, Geschäftsführer des deutschen Stromnetzbetreibers Amprion, sagte 2017: »Es haben nur wenige Tropfen gefehlt, und es wäre zum Überlaufen gekommen, das heißt Blackout«, als im vorangegangenen Winter gleichzeitig mehrere Kraftwerke abgeschaltet worden seien.
- In Deutschland sind vier große Übertragungsnetzbetreiber mit eigenen Regelzonen tätig: Amprion vor allem im äußeren Westen, 50 Hertz Transmission vor allem im Osten, TransnetBW in Baden-Württemberg und TenneT in einem breiten Streifen von Bayern bis nach Schleswig-Holstein. Man sollte meinen, dass deren Sorgen Gewicht haben. In einer jährlichen Leistungsbilanz stellen die Netzbetreiber Stromeinspeisung und –verbrauch einem bestimmten Stichtag gegenüber, an dem sie den höchsten Stromverbrauch und die geringsten Reserven vermuten; durch die Betrachtung dieses Extremwertes wird die voraussichtlich kritischste Situation im Stromnetz bewertet. Nach ihrer aktuellsten Prognose würde Deutschland bereits in weniger als 2 Jahren – am Stichtag 15. Januar 2020 um 19 Uhr – unter Aufbietung aller inländischen Kraftwerke einschließlich der Reserven nicht mehr in der Lage sein, bei widrigen Umständen die Stromversorgung aus eigener Kraft zu garantieren. Im Gegensatz dazu wäre am gewählten Referenztag 2016 noch eine Leistung von 4 Gigawatt und 2017 noch eine Leistung von 3,5 Gigawatt im Stromnetz verblieben. Nach einem weiteren zwischenzeitlichen Absinken wird für den Referenztag 2020 erstmals eine negative verbleibende Leistung von – 0,5 Gigawatt angenommen – unter Einsatz aller Reservekraftwerke. Ohne deren Berücksichtigung würde die verbleibende Leistung 2019 auf – 5,8 Gigawatt beziehungsweise 2020 auf – 8,3 Gigawatt sinken. Das würde einer fehlenden Leistung von bis zu zehn Großkraftwerken entsprechen, um die Versorgung Deutschlands aus eigener Kraft leisten zu können. Nötig würden Stromimporte aus dem Ausland – falls dort überschüssige Kapazitäten bereitstehen, um Deutschland auszuhelfen.
- Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) rechnete

bisher erst ab 2023 mit dem Auftreten einer Erzeugungslücke, wenn die letzten deutschen Kernkraftwerke vom Netz gegangen sind und die Sicherheitsreserve der Braunkohle abgeschaltet wurde.

Wahrscheinlichkeit

Wie bereits gesagt, gehen viele Experten davon aus, dass es keine Frage mehr des Ob, sondern nur noch des Wann ist, bis es zu einem Blackout kommen wird. Erste Stimmen gehen nicht mehr davon aus, dass wir die nächsten 5 Jahre unbeschadet überstehen werden. Gleichwohl muss festgestellt werden, dass sich die Wahrscheinlichkeit eines Blackouts weder vorhersagen noch berechnen lässt.

Verschiedentlich heißt es, dass die Wahrscheinlichkeit eines länger andauernden Blackouts des gesamten Netzes relativ gering sei. Das mag stimmen – aber ohne die Vorbehalte »länger andauernd« und »gesamtes Netz« sieht es schon ganz anders aus, denn das Risiko kurzer oder mehrstündiger Stromausfälle ist um ein Vielfaches größer als ein Ausfall über mehrere Tage.

Dabei bedingt ein Blackout gar nicht zwangsläufig etwa einen 1-wöchigen Stromausfall. Ein Stromausfall wird ab dem Moment kritisch, in dem Kettenreaktionen ausgelöst werden und länger nachwirkende Folgen nach sich ziehen, vor allem durch den Ausfall Kritischer Infrastrukturen. Wenn man etwa an die kurze Notstromversorgungsdauer im IT/TK-Bereich denkt, kann ein überregionaler mehrstündiger Stromausfall völlig genügen, um einen kritischen Zustand herbeizurufen.

Wenn ein potenziell gefährliches Ereignis nicht vorhergesagt werden kann, kann man hilfsweise die Frage heranziehen, wie fragil das betreffende System ist.

Es dürfte deutlich geworden sein, dass in den vergangenen Jahren, von der Öffentlichkeit weitgehend unbemerkt, infolge geänderter Rahmenbedingungen die Voraussetzungen für einen Blackout deutlich gestiegen sind, wodurch sich auch die Wahrscheinlichkeit für ein solches Ereignis erhöht hat. Dies bezieht sich in besonderem Maße auf Europa – und dabei ist es nicht nur so, dass kritische Situationen nicht vor unseren Landesgrenzen haltmachen, sondern vielmehr ist umgekehrt gerade Deutschland selbst in den zurückliegenden Jahren zu einem kritischen Faktor geworden, auch für unsere Nachbarländer.

Nehmen wir gleichwohl an, dass die Häufigkeit großer Stromausfälle sehr

klein sein mag. Dann würde der Satz gelten: Das, was passiert, ist wohl relativ unwahrscheinlich, aber wenn es passiert, sind die Folgen groß.

Ich meine: Angesichts des gigantischen potenziellen Schadensausmaßes eines Blackouts, des Ausfalls Kritischer Infrastrukturen und der daraus resultierenden Wiederanlaufzeit muss diese Wahrscheinlichkeit genügen, um für den Fall des Falles vorzusorgen!

Statistik und reale Vorfälle

Die europäische Stromversorgung zählt zu den verlässlichsten der Welt; das bezieht sich auf Deutschland, Österreich und die Schweiz im Prinzip gleichermaßen. Darin hat das sichere Gefühl weiter Teile der Bevölkerung, dass Blackouts nur in Ländern auf einem niedrigeren Entwicklungsstand aufträten, seine Ursache. Doch in Wahrheit ist unsere Stromversorgung anfälliger, als die meisten Menschen sich das vorstellen können.

Statistik der Bundesnetzagentur

Die Bundesnetzagentur erhebt regelmäßig Daten zur Versorgungsqualität des deutschen Stromnetzes. Dazu übermitteln die Elektrizitätsnetzbetreiber der Bundesnetzagentur jährlich einen Bericht über die in ihrem Netz aufgetretenen Versorgungsunterbrechungen jeweils mit Zeitpunkt, Dauer, Ausmaß und Ursache. Daraus ermittelt die Bundesnetzagentur im Wesentlichen drei Kennzahlen:

- den System Average Interruption Duration Index ($SAIDI_{EnWG}$), der die durchschnittliche Versorgungsunterbrechung je angeschlossenen Letztverbraucher innerhalb eines Kalenderjahres widerspiegelt
- den Average System Interruption Duration Index ($ASIDI_{EnWG}$), der die durchschnittliche Versorgungsunterbrechung der angeschlossenen Bemessungsscheinleistungen innerhalb eines Kalenderjahres widerspiegelt
- den $SAIDI_{EnWG}$-Gesamt, der sich aus der Summe von $SAIDI_{EnWG}$ und $ASIDI_{EnWG}$ ergibt

In den $SAIDI_{EnWG}$ fließen Ausfälle im Bereich der Niederspannung ein; im zuletzt ausgewerteten Jahr 2016 waren das 148 300 Unterbrechungen von durchschnittlich 2,10 Minuten Dauer. In den $ASIDI_{EnWG}$ fließen Ausfälle im Bereich der Mittelspannung ein; im zuletzt ausgewerteten Jahr 2016 waren es

24300 Unterbrechungen von durchschnittlich 10,70 Minuten Dauer. Der $SAIDI_{EnWG}$-Gesamt summiert diese Ausfälle auf 172600 Unterbrechungen von durchschnittlich 12,80 Minuten Dauer – oder zurückgerechnet: auf 472 Stromausfälle am Tag.

Dabei ist zu beachten, dass 12,80 Minuten ein Durchschnittswert sind – während viele Betroffene nur mit 3-minütigen Ausfällen konfrontiert sind, dauern die Ausfälle andernorts über viele Stunden an. Das sind die offiziellen, propagierten und zitierten Zahlen – doch dieses System taucht die Statistik in ein zu positives Licht.

Statistikkritik

Um das wirkliche Ausmaß zu verstehen, ist der Blick auf das Kleingedruckte wichtig, denn neben dem $SAIDI_{EnWG}$ (bei dem »EnWG« für das Energiewirtschaftsgesetz steht) gibt es einen weiteren SAIDI-Wert. Und hier lohnt es sich, genauer hinzuschauen.

Für den SAIDIEnWG werden bei den Netzbetreibern nur Versorgungsunterbrechungen mit einer Dauer von mehr als 3 Minuten abgefragt, denn laut Bundesnetzagentur gilt eine Unterbrechung erst ab 3 Minuten als Stromausfall. Weiterhin fließen in die Berechnung des $SAIDI_{EnWG}$ nur ungeplante Unterbrechungen ein, die auf »Atmosphärische Einwirkungen«, »Einwirkungen Dritter«, »Zuständigkeit des Netzbetreibers« und »Rückwirkungsstörungen« zurückzuführen sind.

Im Vergleich dazu werden bei der Berechnung des $SAIDI_{ARegV}$ (bei dem »ARegV« für die Anreizregulierung der Energieversorgungsnetze steht), der im Rahmen des Qualitätselements erhoben wird, ungeplante Versorgungsunterbrechungen mit den Störungsanlässen »Atmosphärische Einwirkungen«, »Einwirkungen Dritter« und »Zuständigkeit des Netzbetreibers« sowie geplante Versorgungsunterbrechungen mit dem Störungsanlass »Sonstiges« mit berücksichtigt – aber auch das nur zu 50 Prozent.

Um die Anfälligkeit des Systems bewerten zu können, ist jedoch eine vollständige, gegebenenfalls differenziert dargestellte Zahlenbasis erforderlich. Dabei ist der Blick auf die Kurzunterbrechungen allein schon deshalb angebracht, weil bereits Ausfallzeiten im Sekundenbereich erhebliche Schäden

sowie Dominoeffekte auslösen können.

Statistikergänzung

Verschiedene Einrichtungen versuchen, die ausgeklammerten Versorgungsunterbrechungen und Stromausfälle zu berechnen oder zu schätzen.

Medien haben die Versorgungsunterbrechungen, die berücksichtigt werden, einmal von der anderen Seite her betrachtet und geschaut, welche Versorgungsunterbrechungen eigentlich ***nicht*** berücksichtigt werden, nämlich beispielsweise

- Versorgungsunterbrechungen mit einer Dauer von bis zu 3 Minuten,
- nicht ungeplante, also geplante Versorgungsunterbrechungen,
- ungeplante Versorgungsunterbrechungen, die auf andere Ursachen als »Atmosphärische Einwirkungen«, »Einwirkungen Dritter«, »Zuständigkeit des Net-betreibers« und »Rückwirkungsstörungen« zurückzuführen sind, oder
- Versorgungsunterbrechungen aufgrund von höherer Gewalt wie Orkane, Hochwasser, Schnee- und Eislasten.

Demnach wären mehr als 80 Prozent aller Netzausfälle ***nicht*** durch den SAIDI-Wert erfasst.

Noch genauer hat es der Verband der Industriellen Energie- und Kraftwerkswirtschaft (VIK) gemacht und auf Basis interner Umfragen 2012 eine Untersuchung zur Qualität der Stromversorgung für Industriekunden veröffentlicht, der zufolge sogar 90 Prozent der Stromunterbrechungen von der Bundesnetzagentur nicht erfasst wurden. Demnach verteilten sich die Versorgungsstörungen in den vorangegangenen 3 Jahren auf

- ungeplante Versorgungsunterbrechungen (10 Sekunden bis 30 Minuten): **1 Prozent,**
- ungeplante Versorgungsunterbrechungen (1 bis 10 Sekunden): **2 Prozent,**
- ungeplante Versorgungseinschränkungen: **2 Prozent,**
- ungeplante Versorgungsunterbrechungen (> 3 Minuten): **7 Prozent,**
- geplante Versorgungseinschränkungen: **16 Prozent,**

- Kurzunterbrechungen: 72 Prozent.

Anders ausgedrückt würden die tatsächlichen Versorgungsstörungen beim Zehnfachen der offiziellen Zahlen – des SAIDI-Wertes – liegen, nämlich bei rund 4700 Stromausfällen ***pro Tag!***

Bemerkenswert ist auch, dass der VIK eine Zunahme der Versorgungsstörungen um 30 Prozent innerhalb der vorangegangenen 3 Jahre festgestellt hatte und 40 Prozent der Energieverantwortlichen in Industrie und Gewerbe von einer künftig weiter abnehmenden Stromversorgungsqualität ausgingen.

Eaton Blackout Tracker

Das irische Energieunternehmen Eaton betreibt einen sogenannten Blackout-Tracker, eine Statistik, zu der Bürger die Daten liefern. Die Jahresreporte hingegen basieren auf öffentlichen Meldungen über Stromausfälle.

Die erfassten Stromausfälle bleiben quantitativ hinter den vorgenannten Statistiken zurück, geben aber qualitativ tiefer gehende Einblicke. Laut Jahresreport 2015 für Deutschland, Österreich und die Schweiz

- betrug die durchschnittliche Dauer eines gemeldeten Stromausfalls 173 Minuten; das entsprach einer Steigerung um 28 Prozent gegenüber dem Vorjahr; dabei lag der Durchschnitt in Deutschland bei 185, in Österreich bei 99 und in der Schweiz bei 123 Minuten;
- waren pro Stromausfall durchschnittlich 5790 Personen beziehungsweise Haushalte betroffen; das entsprach einer Steigerung um 40 Prozent gegenüber dem Vorjahr; dabei lag der Durchschnitt in Deutschland bei 6270, in Österreich bei 4306 und in der Schweiz bei 4114 Personen;
- fanden in Deutschland elf Mal so viele Stromausfälle wie in Österreich und acht Mal so viele Stromausfälle wie in der Schweiz statt;
- waren die Ursachen in 62 Prozent der Stromausfälle Materialfehler oder menschliches Versagen.

Der Report führt auch die fünf größten Stromausfälle in der D-A-CH-Region 2015 auf:

- **Am 31. März** führte Sturmtief Niklas in Oberösterreich zu Stromausfällen in 16 Bezirken; rund 25500 Haushalte mussten ohne Elektrizität auskommen.
- **Am 31. März** wütete Sturmtief Niklas auch in Bayern; 100000 Menschen wurden von der Stromversorgung abgeschnitten.
- **Am 25. Mai** musste in Norddeutschland der Strom gekappt werden, weil eine Plastikplane auf eine Hochspannungsleitung geweht war; etwa 35000 Menschen hatten etwa 1,5 Stunden lang keine Elektrizität.
- **Am 22. Juni** hatte in Chur in der Schweiz eine technische Störung in der 60-Kilovolt-Ringleitung einen Stromausfall ausgelöst; rund 40000 Einwohner mussten 2 Stunden ohne Strom auskommen.
- **Am 8. Juli** hatten heftige Unwetter in Bayern zu Stromausfällen geführt; etwa 60000 Haushalte waren betroffen.

Aktuelle Beispiele

Die vorgenannten Beispiele geben einen exemplarischen Eindruck, wodurch und in welchem Ausmaß unsere Stromversorgung ***im Normalfall*** gefährdet und beeinträchtigt wird. Daran hat sich im Grunde nichts geändert, wie einige aktuelle Vorkommnisse beispielhaft zeigen:

- **28.01.2018**: In Oberösterreich wurde durch häufigen Schneefall und Tauwetter der liegen gebliebene Schnee so schwer, dass unter seiner Last Bäume zusammenbrachen und Stromleitungen beschädigt wurden. Die Folge waren mehrere aufeinanderfolgende, mehrstündige Stromausfälle mit fast 10000 betroffenen Haushalten.
- **03.02.2018:** Ein Kabelfehler führte zu einem mehrstündigen Stromausfall mit rund 2000 betroffenen Haushalten im Landkreis Passau.
- **04.02.2018:** In Lünen kam es – wohl infolge von Erdbewegungen durch Frost – zu einem Kurzschluss an einem Kabel und zu einer unterirdischen Verpuffung. Der dadurch verursachte mehrstündige Stromausfall betraf über 10·00 Haushalte.
- **19.03.2018**: Ein Defekt in einer Trafostation und ein gleichzeitiger Fehler in einem Stromkabel zwischen zwei anderen Trafostationen führten in Sehnde bei Hannover zu einem 13-stündigen Stromausfall, von dem rund 2800

Haushalte betroffen waren.

Diese Auflistung ließe sich beliebig fortsetzen. Ich erinnere an das Phänomen der selektiven Wahrnehmung – Sie werden es bemerken!

Große Stromausfälle

Allerdings sind solche kleineren Stromausfälle ja nicht das Problem, um das es in diesem Buch geht. Wenn es in einer Stadt keinen Strom mehr gibt, kann man zur Not in die Nachbarstadt fahren und sich mit allem eindecken, was einem beliebt. Selbst ein längerer, aber örtlich begrenzter Stromausfall ist absolut beherrschbar. Umgekehrt sieht es bei einem großflächigen Stromausfall aus, auch wenn er nicht allzu lange andauert.

Ich habe bereits einige Beispiele ***großer*** Stromausfälle ganz kurz angerissen. Nachfolgend möchte ich Ihnen zeigen, wie real diese Bedrohung ist, selbst wenn Sie sie bisher so nicht wahrgenommen haben mögen. Diese Auflistung größerer Ausfälle aus den vergangenen 20 Jahren ist beispielhaft, aber längst nicht abschließend!

- **1999** fiel im Süden Brasiliens nach einem Blitzeinschlag mehrere Stunden lang der Strom aus. Mindestens 60 Millionen Menschen in zehn Bundesstaaten waren betroffen, darunter in Rio de Janeiro und São Paulo.
- **2001** hatte der Norden Indiens insgesamt 16 Stunden lang keinen Strom.
- **2008** waren rund 4,6 Millionen Betroffene in China 2 Wochen lang ohne Strom.
- **2010** löste wohl ein Kurzschluss in einer Transformatorstation einen fast flächendeckenden Stromausfall in Chile aus. 80 bis 90 Prozent der 17 Millionen Einwohner im Norden, im Süden und im Landesinneren waren betroffen, darunter auch die Hauptstadt Santiago.
- **2010** hat wohl infolge beschädigter Hochspannungsleitungen eine Störung im Wasserkraftwerk Itaipú, dem leistungsfähigsten Kraftwerk der Welt, einen mehrstündigen Stromausfall in weiten Teilen Brasiliens verursacht. Etwa 40 Millionen Menschen waren betroffen, vor allem im Süden, im Zentrum und im Nordwesten des Landes, darunter auch Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte und die Hauptstadt Brasília. Im benachbarten

Paraguay, das an dem Kraftwerk beteiligt ist, fiel zeitweilig landesweit der Strom aus.

- **2011** hat ein Stromausfall stundenlang große Teile Chiles lahmgelegt. Betroffen waren 10 der 17 Millionen Chilenen in einem 1300 Kilometer langen Gebiet, darunter auch die Hauptstadt Santiago.
- **2012** fand in Indien der bisher größte Stromausfall in der Geschichte der Menschheit statt: 620 Millionen Menschen – fast ein Zehntel der Weltbevölkerung – hatten 15 Stunden lang keinen Strom. Schon am Vortag war für mehrere Stunden das Stromnetz zusammengebrochen, wovon etwa 300 Millionen Menschen betroffen waren. Weil einzelne Bundesstaaten mehr Strom bezogen hatten, als ihnen zustand, kam es zu einer Überlastung des Stromnetzes und zum Zusammenbruch dreier Hochspannungsnetze. Erst brach die Stromversorgung im Norden zusammen, dann gingen auch im Osten und Nordosten Indiens die Lichter aus, darunter in der Hauptstadt Neu-Delhi.
- **2014** führte ein Defekt an einer Hochspannungsleitung nach Indien zum Stromausfall in ganz Bangladesch. 100 Millionen Menschen waren für 12 Stunden vom Strom abgeschnitten.
- **2015** haben Rebellen einen Übertragungsmast in Pakistan in die Luft gesprengt und dadurch 80 Prozent des Landes zum Stillstand gebracht. 140 Millionen Menschen waren 24 Stunden lang ohne Strom.
- **2015** wurde die Netzkopplung der Türkei mit dem europäischen Verbundsystem getrennt, nachdem der Ausfall mehrerer Kraftwerke zu starken Schwankungen im Stromnetz des Landes geführt hatte. Dadurch konnten 80 von 81 Provinzen des Landes nicht mehr mit Strom versorgt werden, 76 Millionen Menschen waren 9 Stunden lang von der Energieversorgung abgeschnitten, auch in Istanbul und Ankara. Ein Sabotageakt konnte nie ausgeschlossen werden.

G-7-Länder

Sie sehen, dass es Großstörungen mit vielen, mit Dutzenden, ja mit Hunderten Millionen Betroffenen auf der Welt gibt, die ziemlich nah an die Definition eines Blackouts herankommen. Doch die betroffenen Länder erscheinen Ihnen auf

einem viel niedrigeren Entwicklungsstand oder liegen ganz weit weg, zumindest so weit, dass sie Ihnen nicht mit uns vergleichbar erscheinen? Dann lassen Sie uns doch mal einen Blick auf die G-7-Länder werfen, die sich als bedeutendste Industrienationen der westlichen Welt verstehen.

- **2000** kam es in Kalifornien (USA) vermehrt zu Stromausfällen durch nicht ausreichende Stromerzeugungskapazitäten. Dort gibt es zwar regelmäßig Stromausfälle aufgrund von Energieknappheit. Nach der Pleite des Energiekonzerns Enron wurde jedoch bekannt, dass einige Betreiber die Knappheit künstlich herbeigeführt hatten, um die Marktpreise zu manipulieren.
- **2003** kam es zu einem großflächigen Stromausfall im Nordosten der USA sowie im Süden Kanadas, nachdem 21 Elektrizitätswerke, darunter neun Kernkraftwerke, in einem Dominoeffekt nacheinander ausgefallen waren. Rund 50 Millionen Menschen waren betroffen, darunter Metropolen wie New York, Detroit (Michigan), Cleveland (Ohio), Toronto und Ottawa (Kanada), teilweise für mehrere Tage. Vereinzelt wurde der Notstand ausgerufen. Als Ursache wurde die Überlastung jahrzehntealter, schlecht gewarteter Stromnetze als Folge einer Marktaufsplittung und mangelnder Investitionen nach der Deregulierung des Strommarktes gesehen.
- **2008** führte ein Störfall in einem Umspannwerk im US-Bundesstaat Florida zu einem Zusammenbruch der Energieversorgung im Großraum Miami. Weil sich in den USA von Überlastung betroffene Kraftwerke bei Netzwerkproblemen sofort abschalten, um schwerwiegende Schäden an ihren Anlagen zu vermeiden, fielen fast 1 Dutzend Kraftwerke aus. Über 3 Millionen Menschen waren betroffen.
- **2011** hat eine Panne bei einer 500-Kilovolt-Leitung zwischen Kalifornien und Arizona zu einem stundenlangen Stromausfall geführt, von dem 1,4 Millionen Haushalte beziehungsweise 5,7 Millionen Menschen in Kalifornien, Arizona (USA) und an der Nordwestküste Mexikos betroffen waren.
- **2012** führte Hurrikan Sandy durch Überschwemmungen und umgestürzte Bäume zu so massiven Schäden an der Infrastruktur, dass in siebzehn US-Bundesstaaten die Stromversorgung ausfiel. 8 Millionen Menschen waren betroffen, die Probleme dauerten von 7 Tagen bis zu 2 Wochen.

- **2017** wütete Hurrikan Irma in Florida (USA). Mehr als 6 Millionen Haushalte, das heißt rund 60 Prozent des Bundesstaates, hatten keinen Strom.

Energieknappheit, Naturkatastrophen, Netzüberlastung, Dominoeffekte, Wartungsmängel, menschliches Versagen, Deregulierung, Marktaufsplittung, Marktmanipulationen – meines Erachtens zeigt gerade eine Betrachtung der Vorfälle in den USA das breite Spektrum möglicher Ursachen, die auch ein hoch technisiertes Land massiv schädigen können.

Westeuropa

Zugegeben, Nordamerika liegt auf der anderen Seite des Atlantiks. Die USA und Kanada sind immer noch weit weg. Also betrachten wir einmal unsere Nachbarländer in Westeuropa.

- **1999** richteten die Orkane Lothar und Martin die größten Schäden am Stromnetz an, die es je in einem Industrieland gegeben hat. Jahrhundertsturm Lothar fegte zu Weihnachten über Frankreich, die Schweiz, Südwestdeutschland und Österreich hinweg. Nur einen Tag später folgte Orkan Martin mit einer etwas südlicheren Zugbahn über Frankreich und Spanien. Allein in Frankreich rissen die Stürme 280 Strommasten um, alle Verbindungen zu Deutschland wurden beschädigt. 10 Millionen Menschen waren betroffen. Nach einer Woche hatten 500000 Betroffene noch immer keinen Strom, erst nach 20 Tagen war die Versorgung wieder vollständig hergestellt.
- **2003** erlebte Großbritannien seinen größten Stromausfall seit 25 Jahren. Menschliches Versagen führte dazu, dass 20 Prozent der Stromversorgung der 7-Millionen-Metropole London beeinträchtigt waren. Statt einer 5000-Ampere-Sicherung war in einem Umspannwerk eine 1-Ampere-Sicherung eingesetzt worden.
- **2003** fiel stundenlang der Strom in Südschweden und Dänemark aus. 3,5 Millionen Menschen waren betroffen. Als Ursache wurden ein Unwetter oder Reparaturarbeiten im schwedischen Kernkraftwerk Oskarshamn ausgemacht, wo ein Zehntel des schwedischen Stroms produziert wird.

- **2003** brachte ein Baum in der Schweiz eine Nord-Süd-Leitung über den Lukmanierpass zum Ausfall. Dadurch kam es zu einer Überlastung weiterer Leitungen, über die Strom nach Italien exportiert wird, sowie zur Unterbrechung zweier Leitungen von Frankreich nach Italien. Dies reichte aus, um – bis auf die Insel Sardinien – ganz Italien und die Vatikanstadt außer Gefecht zu setzen. Betroffen waren 57 Millionen Menschen, je nach Landesteil für bis zu 18 Stunden.
- **2004** kam es nach einem Spannungskollaps aufgrund zu geringer Blindleistungseinspeisung in Athen und Umgebung zu einem mehrstündigen Stromausfall.
- **2005** fegte Orkan Gudrun – beziehungsweise Erwin, wie er in Deutschland hieß – über Mittelschweden hinweg. 780000 Stromkunden wurden wochenlang nicht mit Energie versorgt.
- **2015** gab es durch einen technischen Fehler in einer 380-Kilovolt-Hochspannungsstation einen Stromausfall in den Niederlanden. Betroffen waren vor allem große Teile der Provinz Nordholland mit der Hauptstadt Amsterdam, die Störungen reichten aber auch weit nach Norden in die Provinz Flevoland und in den Süden bis nach Den Haag und Rotterdam.

Deutschland

Und in Deutschland? Ist die Lage hier ganz anders? Ich habe schon darauf hingewiesen, dass das deutsche Stromnetz längst im europäischen Verbundsystem aufgegangen ist. Nur durch eine schnelle Reaktion, die sofortige Inbetriebnahme von Pumpspeicherwerken und ein Quäntchen Glück konnte die deutsche Energiewirtschaft etwa verhindern, dass sich der Stromausfall in Italien 2003 auf das hiesige Stromnetz ausgewirkt hat.

Aber auch isoliert betrachtet gelten für uns die gleichen Gefährdungsfaktoren wie für unsere Nachbarländer. Das zeigt sich auch daran, dass in den Dekaden zwischen 1965 und 1995 großflächige Netzausfälle noch vereinzelt auftraten, während es nach 2005 im Durchschnitt vierzehn Ereignisse im Jahr waren.

Münsterländer Schneechaos 2005

Einen wirklichen Blackout hatten wir in Deutschland bisher noch nicht zu vermelden. Auf Regionen bezogen gab es jedoch im Münsterland im Winter 2005 einen großflächigeren Ausfall, der als größter Stromausfall der jüngeren deutschen Geschichte gilt, uns die Verletzlichkeit unserer Infrastruktur vor Augen führte und hierzulande als Paradebeispiel dient – auch wenn seine regionale Begrenzung es im Gegensatz zu einem echten Blackout erlaubte, dass dort von außerhalb massiv Hilfe geleistet werden konnte.

Das sogenannte Münsterländer Schneechaos ereignete sich im Norden Nordrhein-Westfalens sowie in Teilen Südwest-Niedersachsens und umfasste neben dem Münsterland auch die Regionen Tecklenburger Land, Ruhrgebiet, Osnabrücker Land, Bergisches Land und südliches Emsland sowie den Osten der Niederlande. Besonders betroffen war das westliche Münsterland mit den Kreisen Coesfeld, Steinfurt und Borken; für die Kreise Steinfurt und Borken wurde Katastrophenalarm ausgelöst.

Am 25. November 2005 erlangte das Tiefdruckgebiet Thorsten Sturmtiefstärke und erreichte von Grönland kommend die holländische Küste. Seine nur sehr langsame Verlagerung führte vom 25. November morgens bis zum 26. November abends zu lang anhaltenden starken Schneefällen von örtlich bis über 50 Zentimetern Schneehöhe. Dabei fiel extrem nasser Schnee, der gleichzeitig sehr schwer war und gut haftete – und zum Vereisen von Stromleitungen mit einer manchmal mehrere Zentimeter dicken Eisschicht führte. Insgesamt 82 Hochspannungsmasten konnten das Gewicht des Schnees auf den immer schwerer werdenden Stromleitungen nicht mehr tragen; im Zusammenspiel mit den stürmischen Winden, die auf eine vergrößerte Windangriffsfläche wirkten und Schwingungen erzeugten, knickten sie ein, freihängende Hochspannungsleitungen wurden niedergerissen. Auch abfallende Äste von Bäumen und Sträuchern, die aufgrund des milden Herbstes noch belaubt waren, führten zu Leitungsbrüchen und Kurzschlüssen.

250000 Menschen waren betroffen. Viele waren bis zu 3 Tage lang völlig ohne Strom, teils sogar über 5 Tage, bis sie mit Notstromaggregaten versorgt oder provisorisch wieder an das Stromnetz angeschlossen wurden. Die Lage wurde dadurch verschärft, dass die Schneemassen auch die Verkehrswege massiv beeinträchtigt hatten.

Stromausfall in Europa 2006

Ich habe an anderer Stelle bereits erwähnt, dass Deutschland in den vergangenen Jahren zu einem kritischen Faktor für seine Nachbarländer geworden ist. Dies war zwar in erster Linie darauf bezogen, dass wir durch unsere einseitige Entscheidung für eine Energiewende unseren Nachbarländern unser Blackout-Risiko mit aufbürden und voraussetzen, dass sie Kapazitäten vorhalten, um eine hierzulande bestehende Erzeugungslücke auszugleichen.

Tatsächlich gingen in der Vergangenheit aber auch schon mehrmals Stromausfälle von Deutschland aus, die unsere Nachbarn erheblich in Mitleidenschaft gezogen haben, zum vorletzten Mal am Ostermontag 1976: Bei einem Waldbrand unweit des Frankfurter Flughafens erreichten die Flammen die in Flughafennähe besonders niedrig hängenden Stromleitungen, es gab einen Lichtbogen, im Umschaltwerk Kelsterbach, einem wichtigen Knotenpunkt des deutschen Verbundnetzes, explodierte ein Schalter. Die einzige Hochspannungsleitung, die zu dieser Zeit Strom von Norden nach Bayern leitete, fiel aus – und es setzte ein Dominoeffekt ein: Die von Norddeutschland nicht mehr gelieferte Energie wurde nun automatisch zusätzlich den bayerischen Kraftwerken abverlangt, wo Überlastungsschutzschalter eine Kettenreaktion auslösten und automatisch eine Reihe von Kraftwerken außer Betrieb setzten, um Generatoren und Turbinen vor einer Überlastung zu schützen. Dies reichte bis in das mit Bayern für Notfälle verbundene österreichische Netz, wo ebenfalls die Stromversorgung ausfiel. 15 Millionen Menschen waren betroffen, der Ausfall dauerte 2 Stunden.

Auch der bisher größte Stromausfall in Europa ging auf unsere Kappe: Am 4. November 2006 sollte das Kreuzfahrtschiff Norwegian Pearl von der Meyer Werft in Papenburg in die Nordsee überführt werden. Dafür sollte planmäßig eine 380-Kilovolt-Hochspannungsleitung über die Ems zeitweilig abgeschaltet werden, was eigentlich kein ungewöhnlicher Vorgang ist. Nach einer positiven Simulationsrechnung mit den Daten des aktuellen Netzzustandes erfolgte die Abschaltung der Leitung, die Lastflüsse verteilten sich auf andere Leitungen.

Dann kam es zu einer unerwarteten Änderung des Stromflusses im System, in einer Verbindungsleitung wurde die zulässige Stromstärke überschritten. Der Versuch, die vorhandenen Strom-Überkapazitäten im Norden Deutschlands auf das europäische Stromnetz zu verteilen, schlug fehl und führte nicht zu weniger, sondern zu mehr Strom in der Leitung. Dann setzte eine ähnliche Kettenreaktion ein wie 1976: Überlastete Leitungen schalteten sich automatisch ab, der Strom verteilte sich unkontrolliert auf andere Leitungen, die ebenfalls überlastet

wurden und sich abschalteten. Innerhalb von 19 Sekunden erfolgte ein kaskadenartiger Leitungsausfall von Deutschland bis Spanien.

Das Netz zerfiel in drei Teilnetze mit jeweils unterschiedlicher Frequenz: In Osteuropa bestand ein Überangebot an Strom, in West- und Südosteuropa ein Strommangel. Um einen völligen Zusammenbruch der Stromversorgung zu verhindern und das Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch wiederherzustellen, wurde in unterversorgten Regionen der Strom abgeschaltet.

Der Ausfall dauerte fast 2 Stunden. 15 Millionen Menschen in Teilen Deutschlands, der Niederlande, Belgiens, Frankreichs, Spaniens, Italiens und Österreichs waren betroffen. Es gab sogar Berichte, dass der Stromausfall bis nach Marokko gereicht und dort 1 Dreiviertelstunde gedauert habe.

Teil 2

Risiken

»Eigentlich« gilt im Übertragungsnetzbetrieb das sogenannte (n-1)-Kriterium, das ursprünglich für Systeme mit lokaler Netzabdeckung und geringen Transportentfernungen gedacht war. Demnach muss zu jeder Zeit ein elektrisches Betriebsmittel, ein Transformator, eine Leitung oder ein Kraftwerk, ausfallen können, ohne dass dies zu einer Überlastung eines anderen Betriebsmittels oder gar zu einer Unterbrechung der Stromversorgung führen darf. Das sollte höchstens passieren können, wenn es zum gleichzeitigen Ausfall mehrerer Transformatoren oder Leitungen kommt; bei korrektem Systembetrieb müssen also mindestens zwei Ereignisse zusammenkommen, damit der Strom ausfallen kann. Wie oft es dennoch passiert, habe ich bereits aufgezeigt.

Tatsächlich wird auch und gerade ein Blackout in den seltensten Fällen durch ein einzelnes Ereignis ausgelöst; wie Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen, kommt es meistens vielmehr zu einer Verkettung von Einzelereignissen, die jedes für sich hätten beherrschbar sein sollen. Oder anders formuliert: Blackouts resultieren aus Mehrfachfehlern, die zu Dominoeffekten führen.

Es gibt zahlreiche Ursachen und Gründe, die einen Stromausfall begünstigen. Der bereits genannte Eaton-Blackout-Tracker-Jahresreport 2015 für die D-A-CH-Region quantifiziert diese – mit der beschriebenen Unschärfe – wie folgt:

- Materialfehler/menschliches Versagen: **61,8 Prozent**
- Wetter/Bäume: **14,9 Prozent**
- Verkehrsunfall: **6,3 Prozent**
- Tiere: **2,8 Prozent**
- Diebstahl/Vandalismus: **1,1 Prozent**
- geplant: **1,0 Prozent**
- erhöhter Verbrauch: **0,4 Prozent**
- unbekannt: **11,6 Prozent**

Hinzu kommen einige Risiken, die sich bisher in Deutschland nicht ausgewirkt haben, die aber bei globaler Betrachtung massiv zugenommen haben, etwa Cyberangriffe. Nachfolgend werde ich die größten Gefahren für unsere Stromversorgung einzeln erläutern.

Was mir dabei wichtig ist: Wenn ich auf Klimawandel oder Energiewende eingehe, soll damit kein politisches Statement verbunden sein. Ich kritisiere nicht

die Energiewende an sich, sondern stelle die aus Zeitplan und Umsetzung resultierenden Risiken dar. Für mich sind weder die Befürworter des Atomausstieges naiv noch die Befürworter der Atomkraft verantwortungslos, ich will weder Klimawandel noch Klimalüge bewerten und auch nicht über die Frage der Strommarktliberalisierung als »Ausgeburt des Kapitalismus« urteilen. Für uns als von den Auswirkungen betroffene Bevölkerung kann es ausschließlich darum gehen, welche Faktoren die Energiesicherheit beeinträchtigen, und das versuche ich so sachlich wie möglich darzustellen.

Strukturelle Versorgungssicherheit, Ausfall der Primärenergie

Deutschland ist in erheblichem Maße von Energieimporten abhängig, etwa von Gas und Öl. Nicht nur die rückgängige Förderung in Europa erhöht die Abhängigkeit etwa von Russland und der Golfregion, sondern auch der Umstand, dass Deutschland aus der Kernkraft aussteigt und perspektivisch zudem die Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Kohle und Öl stark reduzieren will.

Dass besonders dem Gas beim Übergang zu mehr erneuerbaren Energien eine Schlüsselrolle zukommt, zeigt sich auch an der Nachfrage – die in den kommenden Jahren weiter steigen dürfte: 2017 wurden im deutschen Gassystem mehr als 5 Millionen Terajoule Gas erzeugt, importiert, verbraucht und exportiert – 15 Prozent mehr als im Vorjahr. Auch der Gasverbrauch ist um rund 5 Prozent gestiegen – und kann nur noch zu einem Zehntel aus der inländischen Förderung gedeckt werden. Schon heute ist Deutschland der weltweit größte Importeur von Erdgas, 23 Prozent des nach Europa importierten Gases werden hierzulande abgenommen.

Derzeit transportieren die Pipelines »Transgas« durch die Slowakei, »Jamal« durch Polen und »Nord Stream 1« durch die Ostsee russisches Erdgas nach Deutschland. Im April 2018 hat Bundeskanzlerin Angela Merkel der zusätzlich geplanten Ostsee-Pipeline »Nord Stream 2« nach allgemeiner Deutung eine Absage erteilt, wenn dadurch die Ukraine ihre Bedeutung für den Transit von Erdgas verlieren würde. Zuvor war bereits das geplante Pipeline-Projekt »South Stream« durch den Balkan aufgrund einer europäischen Blockade gescheitert. Wir verhindern also selbst die Liefersicherheit des Energieträgers, den wir nach unserer Abkehr von Atomkraft und Braunkohle am meisten brauchen!

Dies alles wirft die Frage nach der Energiesicherheit in Deutschland auf. Denn einer immer größer werdenden Bedeutung einer verlässlichen Versorgung mit Erdgas für Strom und Wärme steht eine entsprechende Verwundbarkeit gegenüber. Bis heute haben geopolitische Schocks, politische Umbrüche oder Meinungsverschiedenheiten die Versorgung nicht beeinträchtigt – aber das

Klima wird erkennbar rauer.

Drei Beispiele zeigen die Verletzlichkeit insbesondere der Gasversorgung, auch im europäischen Verbund:

Reduzierte Erdgaslieferungen

Es war kalt in Europa Anfang Februar 2012. Weil viele Franzosen mit Strom heizen, hatte Frankreich einen riesigen Energiebedarf, der auch durch Importe aus Deutschland gedeckt wurde. Doch auch hierzulande trieb die Kälte den Strombedarf nach oben.

Hinzu kam, dass auch Russland durch die lange Kälteperiode einen höheren Eigenbedarf hatte und seine Erdgaslieferungen um 30 Prozent reduzierte. Das führte zur Zwangsabschaltung von Gaskraftwerken in Süddeutschland, die damit für die Stromproduktion ausfielen.

Weil laut Wettervorhersage wenig Windstrom zu erwarten war, ergab die Bedarfsprognose einen drohenden Versorgungsengpass: Es durften keine Erzeugungskapazitäten mehr ausfallen, die Reservekraftwerke reichten nicht aus, Importstrom aus dem Ausland war nötig, aber auch die Nachbarländer waren durch die extreme Kälte nicht lieferfähig. Das letzte Mittel: große Verbraucher abklemmen, um einen Blackout zu verhindern.

In dieser Situation kam das 40 Jahre alte Ölkraftwerk in Werndorf in der Steiermark ins Spiel, das längst hätte eingemottet werden sollen, wegen des deutschen Atomausstieges aber im Stand-by-Modus geblieben war. Es wurde mit 24 Stunden Vorlaufzeit aus seinem Dornröschenschlaf geweckt und zugeschaltet – gerade noch rechtzeitig, damit die Situation nicht außer Kontrolle geriet.

Ausfall einer Gasverteilstation

Im Dezember 2017 ereignete sich eine Explosion in einer Gasverteilstation in Niederösterreich in der Nähe der slowakischen Grenze. Die Anlage konnte in kontrolliertem Zustand heruntergefahren und in den Sicherheitsmodus gebracht werden, die Gasleitungen wurden unterbrochen.

Bei der Gasstation handelt es sich um eine der wichtigsten Gasdrehscheiben

Mitteleuropas, über die jährlich etwa 40 Milliarden Kubikmeter Gas verteilt und vor allem Norditalien und Süddeutschland mit Erdgas versorgt werden.

Zwar war die Leitung nach Westen bei der Explosion unversehrt geblieben, wodurch Auswirkungen auf die deutsche Gasversorgung vermieden werden konnten. Jedoch führte das Unglück zu Engpässen bei der Gasversorgung im Süden und Südosten Europas. Der italienische Wirtschaftsminister sprach von einem »ernsthaften Problem«.

Der russische Gasexport wurde durch die Explosion empfindlich durcheinandergebracht und musste Umgehungsrouten finden, um Lieferengpässe zu vermeiden. Nach Angaben der Slowakei kam aus der Ukraine, dem Haupttransitland für russisches Gas, ein Drittel weniger Erdgas als noch am Vortag.

An der Rohstoffbörse in London führte die Explosion zu einem Anstieg der Gaspreise um etwa 20 Prozent auf den höchsten Stand seit fast 5 Jahren.

Gasengpass in Europa

Es gehört zum üblichen Versorgungszyklus, dass die mitteleuropäischen Erdgasspeicher von April bis Oktober befüllt und von November bis März geleert werden. Insofern ist es völlig normal, dass die Speicherstände im März stets einen Tiefpunkt erreichen.

Wenn jedoch die Gasversorgung der Haushalte in Gefahr ist, müssen die Länder nach einem EU-einheitlichen Verfahren eine Frühwarnstufe auslösen. Und genau das ist nach der Kältewelle Anfang 2018 im März dieses Jahres wieder einmal passiert.

In Europa insgesamt waren die Erdgasspeicher zwar noch zu 26,2 Prozent gefüllt. Einige Länder lagen jedoch bereits deutlich darunter: Frankreich und Belgien meldeten Stände um die 10 Prozent, Italien musste sogar die Frühwarnstufe auslösen.

Auch in Deutschland wurden die fünfzig Gasspeicher erheblich geleert und die Reserven auf 23,8 Prozent reduziert – noch einen Monat zuvor hatten die Speicher rund doppelt so viel Gas enthalten. Zum Ende des Winters war die Reserve damit auf etwa 55 Terawattstunden zusammengeschmolzen – so wenig wie seit 5 Jahren nicht.

Naturereignisse, Extremwetter, Klimawandel, elektromagnetischer Puls

Recht häufig kommt es – ohne dass dafür extreme Wetterverhältnisse nötig wären – zu Einwirkungen auf Stromleitungen, die vor allem in ländlichen Regionen als Freileitungen ausgeführt sind. Ein Storchennest auf einem Strommast kann schon zu einem Erdschluss führen. Viel häufiger sind jedoch Wettereinflüsse.

Klimawandel

Es gab schon immer Extremwetter in Europa; so weit die Wetteraufzeichnungen zurückreichen, so weit reicht auch die Auflistung von Wetteranomalien, Kältewellen, Schneewintern, Starkregen, Hochwassern, Sturmfluten, Stürmen, Tornados und Hitzewellen.

Relativ neu ist, dass solche extremen Wetterereignisse häufiger und intensiver auftreten als früher, was dem Klimawandel zugeschrieben wird. Während die Anfälligkeit der Gebäude heute wesentlich geringer ist als in früheren Zeiten, hat die Anfälligkeit unserer Gesellschaft aufgrund der Verletzlichkeit unserer komplexen Technik und unserer Abhängigkeit von einer hoch technisierten Infrastruktur eher zugenommen.

Weniger extremen Wetterereignissen als dem Klimawandel sind etwa Trockenzeiten im Sommer oder die Gletscherschmelze geschuldet, wodurch weniger Gletscherwasser in die Flüsse gelangt und die Stauseen unterdurchschnittlich gefüllt sind. Niedrigere Wasserstände und erhöhte Temperaturen fließender Gewässer wiederum können dazu führen, dass Wärmekraftwerke abgeschaltet werden müssen, die eigentlich mit Flusswasser hätten gekühlt werden sollen – denn je wärmer das Flusswasser, desto geringer die Kühlwirkung. Vor dem gleichen Problem stehen auch Kernkraftwerke.

Wirbelstürme

Ich habe die Hurrikane Irma und vor allem Sandy bereits beispielhaft angeführt. Aber Wirbelstürme sind kein rein nordamerikanisches Phänomen. Längst gehören

- (ehemalige) Hurrikane,
- Sturmtiefs und Orkane sowie
- Tornados (Windhosen)

auch in Deutschland zu den gängigen Wetterphänomenen und führen beispielsweise zu umknickenden Strommasten.

Mittelamerikanische Hurrikane drehen in vielen Fällen nach Norden ein und kommen auch im Nordatlantik vor. Auf ihrem Weg in Richtung Europa verlieren sie ihre tropischen Eigenschaften und wandeln sich vom Tropensturm zum außertropischen Tiefdruckgebiet. Ein Beispiel ist Hurrikan Gonzalo aus dem Oktober 2014, der Deutschland als Sturmtief mit Orkanstärke erreichte.

Sturmtiefs und Orkane

Sturmtiefs im Einflussbereich starker Tiefdruckgebiete sowie Orkane, also Stürme mit einer Windgeschwindigkeit von mindestens 117,7 Stundenkilometern, kommen regelmäßig in Mitteleuropa vor. Beispiele sind:

- **1999** Sturmtief Lara
  Orkan Anatol
  Orkan Lothar
  Orkan Martin
- **2001** Sturmtief Emma
- **2002** Orkan Jeanett
- **2004** Orkan Ursula
- **2005** Sturmtief Dorian
- **2007** Orkan Kyrill
  Orkan Tilo
- **2008** Sturmtief Paula

Orkan Emma

- **2009** Orkan Klaus
- **2010** Orkan Xynthia
- **2011** Orkan Joachim
- **2012** Orkan Andrea
- **2013** Orkan Christian
  Orkan Xaver
- **2014** Orkan Gonzalo
- **2015** Orkan Niklas
- **2017** Sturmtief Xavier
  Sturmtief Herwart
- **2018** Sturmtief Burglind
  Orkan Friederike

Ganz aktuell hat Sturmtief Burglind 2018 beispielsweise 200000 Haushalte in Frankreich, 27000 Haushalte in Irland und mehr als 12000 Haushalte in Nordirland von der Stromversorgung abgeschnitten.

Tornados

Auch Tornados kommen in Mitteleuropa überraschend häufig vor, wobei die Dunkelziffer vor allem schwächerer Ereignisse recht hoch ist. In Deutschland liegt die Zahl der jährlich beobachteten Tornados bei etwa dreißig bis sechzig, in Österreich bei etwa drei bis fünf. Die Tornadosaison reicht bei uns im Wesentlichen von Anfang Mai bis Ende September.

In Deutschland beispielsweise gab es laut Tornadoliste im

1. Quartal 2018 4 bestätigte und 8 Verdachtsfälle,

2017 28 bestätigte, dazu 7 plausible und 190 Verdachtsfälle,

2016 62 bestätigte, dazu 15 plausible und 385 Verdachtsfälle,

2015 41 bestätigte, dazu 10 plausible und 164 Verdachtsfälle.

Bislang wurden Tornados der Stärken F0 bis F5 beobachtet, wobei F5 die größte Intensität bedeutet. Nach den derzeit vorliegenden Zahlen muss in Deutschland jährlich mit mindestens fünf Tornados der Stärke F2, alle 2 bis 3 Jahre mit einem Tornado der Stärke F3 und alle 20 bis 30 Jahre mit einem

Tornado der Stärke F4 gerechnet werden. In Österreich ist alle 1 bis 2 Jahre mit einem Tornado der Stärke F2 und alle 5 bis 10 Jahre mit einem Tornado der Stärke F3 zu rechnen.

Einige Beispiele aus den vergangenen Jahren, bei denen Tornados mindestens die Stärke F2 erreicht haben:

- **1997** vier F2-Tornados in Niedersachsen
- **1998** F2-Tornado in Falkenstein,
  F3-Tornado in der Steiermark
- **2001** F2-Tornado bei Osnabrück
- **2002** F2-Tornado in Wittenberg
- **2003** F3-Tornado in der Eifel
- **2004** F2-Tornado bei Stade
  F3-Tornado bei Dessau-Roßlau
- **2006** F2-Tornado in Hamburg
  F2-Tornado im Westerwald
  F2-Tornado in Kärnten
- **2010** F3-Tornado in Großenhain
  F3-Tornado in Grünberg
- **2011** F2-Tornado in Sachsen-Anhalt
- **2013** F2-Tornado im Ostalbkreis
- **2015** F3-Tornado in Bützow
  F3-Tornado im Landkreis Konstanz
  F3-Tornado in Stettenhofen

Diese beispielhafte Auflistung zeigt, dass Tornados auch hierzulande kein regionales Phänomen sind, sondern überall vorkommen (können), wenngleich das Tornadorisiko in Deutschland im Westen der Norddeutschen Tiefebene und in Österreich in der Südoststeiermark am höchsten ist.

Hochwasser

Die Elbehochwasser 2002 und 2013, das Donauhochwasser 2002, das Oderhochwasser 1997 oder manche Sturmfluten an der Nord- und Ostseeküste

werden Ihnen als – auch mediale – Großereignisse vielleicht in Erinnerung sein. Doch viel häufiger, als man meint, ereignen sich allein in der D-A-CH-Region schwere Hochwasserkatastrophen – so oft, dass man darüber nachdenken sollte, welche Aussagekraft der Begriff »Jahrhunderthochwasser« eigentlich noch besitzt.

Einige Beispiele:

- **1993** Rheinhochwasser entlang des Rheins, teils mit den höchsten Wasserständen des Jahrhunderts
- **1997** Oderhochwasser entlang der Oder, die größte bekannte Flut der Oder
- **1999** Pfingsthochwasser, Jahrhunderthochwasser mit Auswirkungen in Baden-Württemberg, Bayern, Vorarlberg und Tirol
- **2002** Donauhochwasser entlang der Donau mit Auswirkungen in Österreich und in Bayern, als Jahrhunderthochwasser klassifiziert
- **2002** Elbhochwasser entlang der Elbe, als Jahrhunderthochwasser klassifiziert
- **2005** Alpenhochwasser mit Auswirkungen in der Schweiz, in Österreich und in Bayern
- **2006** Elbhochwasser, das fast entlang des gesamten Flussverlaufs zu den stärksten Hochwassern gehörte, die an der Elbe je gemessen wurden
- **2007** Hochwasser in der Schweiz, das vierte Jahrhunderthochwasser in der Schweiz seit 1999
- **2009** Hochwasser mit Auswirkungen in Österreich und in Bayern
- **2013** Hochwasser mit Auswirkungen in zwölf der deutschen und sieben der österreichischen Bundesländer sowie in der Schweiz, als Jahrhunderthochwasser klassifiziert
- **2013** Orkan Xaver mit einer Sturmflut, der sechstschwersten gemessenen Sturmflut an der deutschen Nordseeküste und der zweithöchsten Sturmflut in Hamburg seit 1825
- **2017** Tief Axel mit einer Sturmflut an der Ostseeküste, der schwersten Sturmflut seit 2006
- **2017** Tief Rasmund mit heftigem und andauerndem Starkregen in Berlin und Brandenburg, eines der heftigsten Starkregenereignisse jemals in Mitteleuropa

Auf die Nennung von Ereignissen in unseren weiteren Nachbarländern habe ich der Übersichtlichkeit halber verzichtet.

Bei einem Hochwasser schalten die Versorger aus Sicherheitsgründen die Stromversorgung ab, selbst wenn noch keine Schäden vorliegen. Wenn die Infrastruktur des Stromnetzes beschädigt wird, kann der Stromausfall bis zur

Reparatur mehrere Wochen dauern.

Erdbeben

Die Auswirkungen von Erdbeben auf die Infrastruktur der Stromversorgung bedürfen sicherlich keiner weiteren Erläuterung. Es fragt sich nur, inwieweit Erdbeben in Deutschland, Österreich und der Schweiz tatsächlich vorkommen. Die folgende Liste zeigt, dass sie öfter auftreten, als man meint:

- **1991** Erdbeben mit einer Stärke von 4,2 (Epizentrum bei Wien)
- **1992** Erdbeben mit einer Stärke von 5,9 (Epizentrum bei Roermond)
- **1996** Erdbeben mit einer Stärke von 5,6 (Epizentrum bei Teutschenthal)
- **1997** Erdbeben mit einer Stärke von 3,7 (Epizentrum bei Lorch)
- **2000** Erdbeben mit einer Stärke von 4,8 (Epizentrum bei Ebreichsdorf)
- **2001** Erdbeben mit einer Stärke von 3,8 (Epizentrum bei Lauterbach) und 4,0 (Epizentrum bei Kerkrade)
- **2002** Erdbeben mit einer Stärke von 4,8 (Epizentrum bei Alsdorf)
- **2003** Erdbeben mit einer Stärke von 5,4 (Epizentrum in den Vogesen) und 4,2 bis 4,5 (Epizentrum im Zollernalbkreis)
- **2004** Erdbeben mit einer Stärke von 4,5 (Epizentrum bei Neuenkirchen) und 5,2 (Epizentrum bei Waldkirch)
- **2006** Erdbeben mit einer Stärke von 3,4 (Epizentrum bei Basel)
- **2008** Erdbeben mit einer Stärke von 4,0 bis 4,5 (Epizentrum bei Saarwellingen)
- **2009** Erdbeben mit einer Stärke von 4,5 (Epizentrum bei Lörrach)
- **2011** Erdbeben mit einer Stärke von 4,4 (Epizentrum bei Nassau), 4,0 (Epizentrum bei Bad Brambach) und 4,6 (Epizentrum bei Goch)
- **2012** Erdbeben mit einer Stärke von 4,2 (Epizentrum bei Zug)
- **2013** Erdbeben mit einer Stärke von 4,2 und 4,3 (beide Epizentren bei Ebreichsdorf)
- **2014** Erdbeben mit einer Stärke von 4,2 (Epizentrum bei Darmstadt), 4,5 (Epizentrum bei Bad Brambach) und 4,1 (Epizentrum bei Mürzsteg)
- **2016** Erdbeben mit einer Stärke von 4,2 (Epizentrum bei Alland) und 4,2 (Epizentrum bei Sierre)
- **2017** Erdbeben mit einer Stärke von 4,6 (Epizentrum bei Linthal)

Diese beispielhafte Auflistung zeigt auch, dass Erdbeben regional weitverbreitet vorkommen.

Sommerwetter

Außerordentliche Hitzewellen und lange Trockenheit im Sommer wirken sich etwa durch einen erhöhten Energiebedarf für Kühlung und Klimatisierung oder durch einen Mangel an Kühlwasser für die Kraftwerke aus. Wenn beides zusammenfällt, steht im Extremfall einem erhöhten Stromverbrauch eine reduzierte Stromerzeugung gegenüber.

Ein konkretes Beispiel aus dem Sommer 2015, als die Temperaturen in Südeuropa bis über 46°C stiegen und auch in Deutschland mit 40,3°C ein neuer Höchstwert erreicht wurde: Damals war nicht nur in 600000 Haushalten in Nordwestfrankreich wegen der Hitze der Strom ausgefallen, sondern durch die damalige Hitzewelle war auch in Polen die Wasserkühlung der Kernkraftwerke an ihre Grenzen gelangt. Viele Flüsse führten nur noch wenig Wasser, der Rest heizte sich auf. Dadurch war auch die Leistungsfähigkeit der Wasserkraftwerke reduziert, und gleichzeitig wehte so wenig Wind, dass die Windkraftanlagen kaum Strom lieferten. Der dadurch entstandene Strommangel zwang Polens Stromnetzbetreiber, landesweit die Versorgung von rund 8000 Unternehmen zu reduzieren.

Eine noch viel weitreichendere Hitzewelle ereignete sich 2003. Aufgrund ihrer fast 2-wöchigen Dauer und ihrer Intensität mit neuen Temperaturrekorden in ganz Europa gilt die Hitzewelle 2003 als »Jahrhundertsommer«, vermutlich sogar als über 500-jähriges Ereignis. Mit geschätzten 70000 Todesfällen gehörte sie zugleich zu den opferreichsten Naturkatastrophen der zurückliegenden 40 Jahre weltweit. Es ist wohl unserem Verständnis von »schönem Wetter« geschuldet, dass der Unwettercharakter dieses Sommers nicht bei der Breite der Bevölkerung angekommen ist.

Winterwetter

Ganz anders etwa bei der Kältewelle 2012: Fast 4 Wochen lang kam es zu einer Blockadesituation verschiedener Hoch- und Tiefdruckgebiete in ganz Europa,

die für lang anhaltende tiefe Fröste und schwere Schneefälle sorgte. Solche länger andauernden Kältewellen im Winter stellen eine besonders sensible Phase dar, nicht nur wegen des Schnellfalls, wie ich es anhand des Münsterländer Schneechaos 2005 beschrieben habe.

In der kalten Jahreszeit erhöht sich der Stromverbrauch zunächst grundsätzlich bundesweit um mehr als 15 Prozent. Eine besondere Phase stellt dann aber die Weihnachtszeit dar: Es wird weniger gearbeitet, das heißt, der industrielle Stromverbrauch wird geringer, während das private Verhalten der Bevölkerung vorab schwer kalkulierbar ist.

Verschärft wird der schwankende Energiebedarf im Winter durch die uneinheitliche Energieerzeugung. Das Phänomen der sogenannten Dunkelflaute bedeutet, dass Windenergie- und Fotovoltaikanlagen wegen Windstille oder schwachen Windes bei gleichzeitig verlängerter Dunkelheit und wenig Sonnenschein keine oder nur geringe Mengen elektrischer Energie produzieren. Umgekehrt kann stürmisches Winterwetter aber auch plötzlich einen Energieüberschuss erzeugen.

Beispiel: Im Dezember 2011 wurde aufgrund einer Sturmfront in Norddeutschland mehr Windstrom in Küstennähe produziert, als dort verbraucht werden konnte. Gleichzeitig bestand in Süddeutschland ein hoher Strombedarf, aber es fehlte an ausreichenden Leitungen, um einen Ausgleich zu erreichen. In der Folge staute sich der Windstrom im Norden, wo die Netzfrequenz zu steigen drohte, während die Gefahr bestand, dass sie im Süden unter 50 Hertz fällt. Bevor das Ungleichgewicht das Netz destabilisieren konnte, sprang ebenfalls das 40 Jahre alte Ölkraftwerk in Werndorf in der Steiermark ein, um den Süden zu versorgen und einen Blackout abzuwenden.

Eisregen

In noch größerem Stil ereignete sich das Münsterländer Schneechaos quasi 2014 im EU-Land Slowenien. Infolge von Eisregen legte sich eine zentimeterdicke Eisschicht über das ganze Land. 80 Prozent der Strommasten knickten um und legten fast das gesamte Stromnetz Sloweniens lahm. Mindestens 90 Prozent des Landes waren zeitweise ohne elektrische Energie. Am stärksten war die Region Südwestslowenien rund um Postojna betroffen; die Hauptstadt Ljubljana kam vergleichsweise glimpflich davon.

Bei Minustemperaturen waren 200000 Haushalte ohne Strom und ohne Heizmöglichkeit. Lebensmittel-, Trinkwasser- und medizinische Versorgung waren stark beeinträchtigt. Es gab keine Kommunikationsmöglichkeiten mehr, weder Festnetz- noch Mobil- noch Satellitentelefonie funktionierten; die Information der Bevölkerung war schwierig bis gar nicht mehr möglich und erfolgte durch Aushänge auf Amtstafeln. Auch die Nutztierhaltung war stark beeinträchtigt beziehungsweise gefährdet, aber die Tankstellen waren notstromversorgt. Insofern war die Betriebsmittelversorgung zwar eingeschränkt, aber – mit Wartezeiten – funktionstüchtig. Zehn Länder waren vor Ort im Hilfseinsatz.

Koronaler Massenauswurf der Sonne (KMA)

Nein, jetzt wird es nicht esoterisch! Als ich mich zum ersten Mal mit diesem Thema auseinandersetzte, habe ich es selbst in den Science-Fiction-Bereich verortet. Ziemlich aktuell und sehr ernsthaft hat sich aber beispielsweise der Deutsche Bundestag gerade erst mit diesem Thema befasst.

Zunächst ein paar Grundlagen zum Verständnis: Es gibt immer wieder große Eruptionen auf der Sonne. Ein koronaler Massenauswurf der Sonne bezeichnet die Situation, dass sogenannte Sonnenflecken große Mengen an elektrisch geladenem Plasma ausstoßen und ins Weltall schleudern. Dieser (geo-)magnetische Sturm, auch Sonnensturm genannt, jagt durchs All und erreicht bei entsprechender Ausrichtung nach 17 Stunden die Erde. Wenn das Sonnenplasma auf das Magnetfeld der Erde trifft, führt dies zu einer Störung des Erdmagnetfeldes und zu einer massiven Überladung: Die Erdatmosphäre lädt sich auf, ein Kurzschluss in der Atmosphäre überlastet das Stromleitungsnetz, die Spannung in Übertragungs- und Verteilernetzen sowie in den Transformatoren in den Umspannwerken steigt zunehmend an.

Was dann passiert, möchte ich anhand eines tatsächlichen Vorfalls beschreiben: Vor – zugegeben – gut 150 Jahren, nämlich 1859, traf der bis heute größte bekannte Sonnensturm auf die Erde. Das sogenannte Carrington-Ereignis hat das damals gerade weltweit installierte Telegrafennetz, das noch recht einfache erste Elektrizitätssystem der Welt, massiv beschädigt. In Nordeuropa schossen Starkströme durch Telegrafenleitungen, die elektrische Spannungsentladung führte zu Funkenschlägen, auch abgeschaltete Leitungen

standen unter Strom, Brände brachen aus, selbst Telegrafenpapier fing Feuer.

Seit es flächendeckende Stromnetze gibt, gab es keinen großen Sonnensturm mehr, der mit dem von 1859 vergleichbar wäre. Damals bestand noch keine mit der heutigen Situation vergleichbare Abhängigkeit von der Elektrizität, der Lebensstil war ein anderer, das Leben war von Selbstversorgung und Manufakturen gekennzeichnet, von Nutztieren und Dampfmaschinen unterstützt, industrielle Fabrikation fand, wenn überhaupt, vergleichsweise verbrauchsnah statt.

Deshalb lassen sich die heutigen Auswirkungen eines großen Sonnensturms kaum abschätzen. Dass die sehr starke Spannung, die plötzlich durch die Kabel läuft, zu Stromschlägen, Funkenschlag und Kurzschlüssen sowie zu Bränden führt, weil Geräte sich durch die Überspannung entzünden, ist anzunehmen. Stromkabel und Transformatoren, die schmelzen oder explodieren, sind nicht auszuschließen – ebenso wenig wie ein großflächiger Stromausfall. Klar ist jedenfalls, dass Sonneneruptionen die Stromversorgung bedrohen. Das weitere mögliche Spektrum reicht von lahmgelegten (Telekommunikations-)Satelliten, wodurch auch das GPS verrücktspielt, bis zur Funkenbildung, die etwa zu Explosionen in Erdgasleitungen führt und Flächenbrände auslöst.

Dass wir uns mit einem vor 150 Jahren beschädigten Telegrafennetz beschäftigen, liegt daran, dass laut Forschern alle 100 Jahre ein riesiges Stück der Sonnenoberfläche als koronaler Massenauswurf auf die Erde trifft – und der nächste Sonnensturm somit längst überfällig ist. Die Wahrscheinlichkeit wird mit 1 Prozent pro Jahr angegeben. Ich will diesen Satz nicht überstrapazieren, aber hier scheint wieder zu gelten, dass es keine Frage mehr des Ob, sondern nur noch des Wann ist.

Einen kleineren Zwischenfall – man kann auch sagen: einen weniger großen Sonnensturm – gab es 1989 in Kanada. Materieeruptionen auf der Sonne führten zu gigantischen Energiewolken, die durch den Weltraum jagten, auch in Richtung Erde. Binnen 90 Sekunden war die gesamte Provinz Quebec lahmgelegt, 6 Millionen Menschen hatten 9 Stunden lang keinen Strom. Oder 2003: Hier führte ein magnetischer Sturm zu einem immerhin einstündigen Netzausfall in Malmö (Schweden).

2012 entging die Erde nach Erkenntnissen der US-amerikanischen Nationalen Aeronautik- und Raumfahrtbehörde (NASA) nur knapp einem größeren Zwischenfall. Es gab einen heftigen koronalen Massenauswurf der Sonne, aber die Partikel passierten die Umlaufbahn der Erde erst mit 2 Wochen

Verzögerung, als diese ihre Position schon wieder verändert hatte – der Sonnensturm verfehlte die Erde also knapp. Es gibt Experten, die behaupten, dieser Sonnensturm sei so stark gewesen, dass ein Volltreffer die USA technologisch ins 19. Jahrhundert zurückkatapultiert hätte.

Das mag verrückt, das mag unglaublich klingen, und vielleicht ist es das auch. Aber Fakt ist, dass Wissenschaftler künftig mehr und heftigere Sonnenstürme als in den vergangenen Jahren erwarten und diese ein unkalkulierbares Risiko darstellen. Und in der Tat haben seit Anfang 2012 schon mehrere Sonnenstürme die Erde getroffen, allerdings bislang ohne katastrophale Folgen, denn in einem begrenzten Umfang kann unsere Stromversorgung die zusätzliche Energie kompensieren.

Die Gefährdung reicht jedoch offenbar aus, damit sich das US-Verteidigungsministerium mit dem Thema auseinandersetzt. Meldungen zufolge wurde Ende 2017 eine landesweite Kommunikationsübung angesetzt, die das Szenario eines koronalen Massenauswurfs der Sonne, der das US-Stromnetz flächendeckend lahmlegt, zum Inhalt hatte.

Und auch im Deutschen Bundestag war das Phänomen erst Anfang 2018 Thema. Die Bundesregierung hat auf eine Kleine Anfrage mehrerer Abgeordneter zu den Auswirkungen von Weltraumwetter auf die elektrotechnische Infrastruktur geantwortet, bei extremen solaren Stürmen sei mit Auswirkungen in Form von Störungen, Ausfällen und Schäden zu rechnen, die – auch in Deutschland – zu großflächigeren Ausfällen führen könnten. Potenzielle Auswirkungen geomagnetischer Störungen auf Stromnetze seien in der Europäischen Union auch nicht zwingend nur auf einen Mitgliedstaat begrenzt.

Elektromagnetischer Puls (EMP)

Die Gefahr eines Stromausfalls nach einem Sonnensturm resultiert aus einem elektromagnetischen Puls. Definitionsgemäß klingt dabei ein energetisch hoch angeregtes System (hier nach der massiven Überladung durch den Sonnensturm) unter Aussendung eines elektromagnetischen Impulses im Zuge des hochenergetischen Ausgleichsvorgangs (das heißt einer elektrischen Entladung) in den Grundzustand ab. Vereinfacht ausgedrückt: Die Überladung wird durch Entladung abgegeben.

Dieser Impuls (also diese plötzliche Entladung) kann in nicht oder nicht ausreichend abgeschirmten elektrischen Geräten zu Fehlfunktionen bis hin zum Totalausfall oder sogar zur Zerstörung elektronischer Bauteile führen. Das Problem besteht darin, dass die allermeisten elektrischen Geräte und Anlagen weltweit nicht oder nicht ausreichend abgeschirmt sind.

Wichtig: Ein EMP kann nicht nur durch einen Sonnensturm ausgelöst werden. Auch Blitze sind natürliche Entladungsvorgänge in der Atmosphäre.

Ebenso kann eine Kernwaffenexplosion im All einen EMP auslösen und etwa durch die Überlastung von Transformatoren zu Stromausfällen führen. Bis zum Verbot oberirdischer Kernwaffentests wurden solche Explosionen auch tatsächlich ausgelöst und haben in den betroffenen Gebieten Versorgungsnetze beschädigt oder zerstört. Zudem werden heutzutage im Rahmen elektronischer Kampfführung bodengebundene EMP-Waffen vom Militär eingesetzt, um gezielt elektrische und vor allem elektronische Bauteile zu zerstören.

Polumkehr

Das Magnetfeld der Erde schützt uns vor kosmischer Strahlung und vor Sonnenstürmen, das heißt, es verhindert eine direkte Einwirkung und mildert sie ab. Jahrhundertelang war das Erdmagnetfeld stabil, aber seit 1840 schwächt es sich ab – laut Europäischer Weltraumorganisation (ESA) mit 5 Prozent pro Jahrzehnt und damit zehnmal schneller als bisher angenommen. Mittlerweile ist das Magnetfeld um ein Sechstel schwächer geworden.

Ganz aktuell, Anfang 2018, schlagen Wissenschaftler weltweit Alarm, denn in der Erdgeschichte waren solche Schwächephasen des Magnetfeldes oft die Vorboten einer sogenannten Polumkehr. Dabei polt sich das irdische Magnetfeld um: Der Nordpol wandert in den Süden, der Südpol liegt irgendwo in Kanada, und die Kompassnadel zeigt nicht mehr nach Norden, sondern auf den magnetischen Süden unserer Erde.

Was verrückt klingt, hat es in der Vergangenheit schon oft gegeben. Alle paar 100000 Jahre – je nach Quellen ist von 200000, 300000 oder 500000 Jahren die Rede, im Durchschnitt wohl etwa alle 250000 Jahre – ereignet sich eine Polumkehr. Gesteinsproben zeigen jedoch, dass die bislang letzte Umpolung vor rund 780000 Jahren stattfand. Sie ahnen es sicher schon: Die nächste Polumkehr ist somit längst überfällig. Womöglich hat die nächste Polumkehr aber auch

längst begonnen, denn dieser Prozess kann Jahrzehnte bis Jahrhunderte dauern.

Neben der Schwächung des Erdmagnetfeldes spricht auch die geografische Verschiebung des magnetischen Nordpols dafür. Soll heißen: Der magnetische Pol, der sich in der Nähe des geografischen Nordpols befindet, hat vor einiger Zeit begonnen, seine Position zu verändern. Sind die Magnetfelder der Erde Anfang des 20. Jahrhunderts noch 16 Kilometer pro Jahr gewandert, wandert der magnetische Nordpol inzwischen mit etwa einem Kilometer pro Woche beziehungsweise über 50 Kilometern pro Jahr von Kanada ostwärts in Richtung Russland – und er wird immer schneller. Wenn er so weitermacht, wird er der US-amerikanischen Wetterbehörde NOAA zufolge 2040 Sibirien erreichen.

Das klingt ziemlich abstrakt, doch Fakt ist: Eine Polumkehr hat ungeahnte Folgen für die Menschheit. Niemand weiß, was dann passiert. Ein – auch teilweise – wegfallender Schutz des Erdmagnetfeldes würde etwa hochenergetischen Sonnenwinden ein tiefes Eindringen in die Erdatmosphäre erlauben, mit Auswirkungen, die ich bereits beschrieben habe.

Technisches Versagen, dezentrale Stromerzeugung, Energiewende, steigender Energiebedarf

Während wir Einflüsse natürlicher Phänomene nicht verhindern können, geht technisches Versagen im weitesten Sinne auf die Infrastruktur zurück, die wir Menschen für unsere Stromerzeugung geschaffen haben und gerade wesentlich umgestalten.

Vergleichsweise banal, aber trotzdem weit verbreitet sind technische Fehler aufgrund sogenannter *Aging Infrastructures*, also veralteter energietechnischer Anlagen und Leitungen, oder Wartungsmängel, die durch entsprechende Investitionen vermieden werden könnten. Beispielsweise führte das Münsterländer Schneechaos zu einer heftigen Debatte über die umgeknickten Strommasten, von deren Art es damals noch über 200000 in Deutschland gab.

Während man eine nachlässige Instandhaltung als passive Gefährdung der Versorgungssicherheit betrachten kann, gehen etwa die Energiewende mit der Dezentralisierung der Stromerzeugung oder der staatlich geforderte Ausbau der Elektromobilität auch hinsichtlich Zeitplan und Umsetzung auf aktive politische Entscheidungen zurück und sind sozusagen hausgemachte Probleme.

Funktionsprinzip des Verbundnetzes

Unser Strom fließt durch ein europaweites Verbundnetz. An dieses sind alle Verbraucher angeschlossen, ebenso wie hier auch alle Erzeuger ihren Strom einspeisen. Alles, was innerhalb dieses synchronen Gebietes etwa in Deutschland passiert, kann man auch in Spanien messen und umgekehrt.

Besonders Alleingänge der Länder stören das gesamteuropäische Stromnetz. So begünstigt etwa die einseitige deutsche Entscheidung für eine Energiewende Netzengpässe in Deutschland, die auch im gesamteuropäischen Kontext eine besondere Herausforderung darstellen – weil sie auch in unseren Nachbarländern das Blackout-Risiko erhöhen, weil sie voraussetzen, dass andernorts Kapazitäten

vorgehalten werden, um eine hierzulande bestehende Erzeugungslücke auszugleichen, weil sie den Energiehandel stören und weil sie erhebliche Kostenverschiebungen erzeugen.

Aufbau des Stromnetzes

Unser Stromnetz wird auf dem Weg vom Kraftwerk zum Verbraucher immer feinmaschiger und ändert dabei auch seine Spannung; in Deutschland war es 2014 etwa 1,8 Millionen Kilometer lang:

- Etwa 35000 Kilometer »Autobahnen«: Vom Großkraftwerk ab geht der Strom im Übertragungsnetz (Höchstspannungsnetz) mit 220000 oder 380000 Volt über große Entfernungen auf die Reise. Diese Spannungsebene dient Verbundnetzen zum überregionalen Energieaustausch und zur Großraumversorgung.
- Etwa 96500 Kilometer »Bundesstraßen«: Über die überregionalen Verteilungsnetze (Hochspannungsnetze) erfolgen die Überlandversorgung sowie die Versorgung kleinerer Städte mit 60000 oder 110000 Volt.
- Etwa 510000 Kilometer »Landstraßen«: Die Mittelspannungsnetze versorgen die Regionen, etwa mehrere Ortschaften oder Stadtteile, sowie Großabnehmer wie Industriebetriebe mit bis zu 30000 Volt.
- Etwa 1157000 Kilometer »Ortsstraßen«: Mit einer Niederspannung von zumeist 230 Volt kommt der Strom beim typischen Endverbrauchernetzanschluss beziehungsweise in der Steckdose an.

Bedeutung der Frequenz

Das physikalische Grundprinzip unserer Stromversorgung lautet, dass im Netz immer genauso viel Strom erzeugt werden muss, wie verbraucht wird. Mangels entsprechender Speichermöglichkeiten kann Strom nicht im Voraus produziert werden; wird nicht genug Strom erzeugt, kann der Bedarf nicht vollständig gedeckt werden. Die Kehrseite ist, dass aber auch genauso viel Strom verbraucht werden muss, wie erzeugt wird. Steht zu viel Strom zur Verfügung, der nicht verbraucht wird, droht die Stromversorgung ebenso zu kippen. Erzeugung und

Verbrauch müssen also jederzeit übereinstimmen, es muss wie bei einer Waage stets ein Leistungsgleichgewicht gewahrt werden.

Dabei muss diese heikle Balance europaweit bestehen; schon kleine Abweichungen können zu Schäden am Netz führen, größere zum Zusammenbruch des Netzes. Aber auch die elektrischen Geräte der Endkunden sind auf eine Frequenz von 50 Hertz ausgelegt, das heißt, dass sie außerhalb des engen Toleranzbereiches nicht mehr funktionieren beziehungsweise kaputtgehen.

Anders als in Nordamerika und Teilen von Japan, wo die Standardfrequenz 60 Hertz beträgt, ist der europaweite Standard eine Frequenz von 50 Hertz, das heißt, dass sich im Wechselstrom fünfzigmal pro Sekunde die Polarität ändern muss. Diese Netzfrequenz wird zum Beispiel in Kohle- oder Wasserkraftwerken mittels Turbinen erzeugt, die Generatoren antreiben, die exakt mit 50 Hertz drehen und direkt ans Netz angeschlossen sind. Bei niedrigerem Verbrauch drehen die elektrischen Generatoren leichter und schneller, wodurch sich die Frequenz erhöht (Überfrequenz). Umgekehrt drehen die Generatoren bei größerem Verbrauch schwerer und langsamer, also mit einer niedrigeren Frequenz (Unterfrequenz).

Frequenzschwankungen zwischen 49,9 und 50,1 Hertz bewegen sich im Bereich des Üblichen. Bei weitergehenden Abweichungen greift eine abgestufte Regelstrategie, um die Sollfrequenz wiederherzustellen. Damit die Frequenz weder zu sehr ansteigt noch zu sehr abfällt, sind die Generatoren im gesamten europäischen Netz so eingerichtet, dass sie auf eine Veränderung der Netzfrequenz innerhalb von Sekundenbruchteilen automatisch reagieren und ihre Leistung je nach Verbrauch erhöhen oder absenken.

Steigt der Energiebedarf, muss die Stromproduktion beispielsweise durch die kurzfristige Aktivierung von Reserven oder Stromimporte hochgefahren werden. Sinkt der Bedarf, muss überschüssiger Strom aus dem Netz genommen werden, etwa durch das Hochfahren zusätzlicher Verbraucher oder Stromexporte. Ebenso kann ein Lastabwurf erfolgen, das heißt ein Abschalten der betroffenen Netzteile – was dort einen Stromausfall bedeutet, aber die Stabilität der verbleibenden Netzsegmente aufrechterhalten soll.

Führt auch dies nicht zu einer Stabilisierung, kann als Ultima Ratio wie beim europäischen Stromausfall 2006 eine Auftrennung in mehrere Netzbereiche mit jeweils unterschiedlicher Frequenz erfolgen, zwischen denen kein Leistungsfluss mehr stattfindet; damals bestand in Osteuropa ein Überangebot an Strom, in

West- und Südosteuropa jedoch ein Strommangel. In einzelnen Netzbereichen kommt es dann zu totalen Ausfällen, da sich die Kraftwerke automatisch vom Netz trennen.

Dauerhafte Frequenzabweichung

Eine regelrechte Lektion in Sachen Netzfrequenz haben die Länder des europäischen Verbundsystems Anfang 2018 erhalten.

Die Netzfrequenz im Verbundnetz ist – eigentlich – so konstant und die mittelfristige Zeitanzeige so zuverlässig, dass sogenannte Synchronuhren danach ausgerichtet werden können. Insofern nehmen viele Radiowecker und stromnetzgespeiste Uhren etwa in Mikrowellenherden oder Backöfen die durchschnittliche Frequenz der Netzspannung von 50 Hertz als Taktgeber, das heißt, sie messen den Ablauf der Zeit über die Schwingungen des Wechselstroms aus der Leitung. Dadurch können sich die Hersteller die Kosten für den Einbau taktgebender Oszillatoren sparen, durch die sonst die Zeit bestimmt wird. Solange die Netzfrequenz stabil gehalten wird, gehen die daran gekoppelten Uhren zuverlässig.

Von Januar bis März 2018 gingen die Synchronuhren in Europa jedoch zunehmend nach, am Ende um mehr als 380 Sekunden, also über 6 Minuten. Recht schnell war klar, dass an irgendeiner Stelle des europäischen Verbundsystems dauerhaft zu wenig Energie ins System gespeist wurde, wodurch der Richtwert von 50 Hertz kaum mehr erreicht wurde, sondern die Netzfrequenz auf zeitweise nur etwa 49,95 Hertz absackte. Die reale Frequenzabweichung war fortwährend sehr gering, summierte sich jedoch über die Zeit auf ein Energiedefizit von mehr als 110 Gigawatt auf.

Schließlich zeigte sich, dass die wochenlange Abweichung auf eine mangelnde Fahrplantreue des Verbundpartners Serbien, Montenegro und Mazedonien (SMM) zurückging, das heißt, dass dort die per Fahrplan angekündigte Einspeisung tatsächlich in zu geringer Höhe erfolgte. Speziell der Bereich der verbundenen Netze Serbiens und des Kosovo wurde als Verursacher ausgemacht; der serbische Übertragungsnetzbetreiber EMS warf schließlich dem Netzbetreiber KOSTT aus dem Kosovo vor, sich nicht an die gemeinsamen Standards der europäischen Übertragungsnetze gehalten und ohne Erlaubnis mehr als 100 Gigawattstunden Leistung aus dem europäischen Netz gezogen zu

haben.

Mittlerweile genügt also ein Streit um Strommengen auf dem Balkan, damit in Mitteleuropa die Uhren fast sechseinhalb Minuten nachgehen – und es dauert fast 1 Vierteljahr, bis das Problem erkannt und gelöst wird. Die Reaktionen hierzulande waren dementsprechend überrascht; eine solche wochenlange Abweichung bei der Netzfrequenz war so noch nie aufgetreten, und ein derart systematischer und lang anhaltender Missbrauch des Verbundnetzes war bis dahin nicht vorstellbar gewesen. Doch unser System setzt voraus, dass sich jeder an die Regeln hält, und lebt davon.

Atomausstieg und Energiewende

In der Vergangenheit gab es eine überschaubare Anzahl einfach berechenbarer und steuerbarer Großkraftwerke, neben Kernkraftwerken vor allem fossile Kraftwerke, die Kohle, Gas oder Öl verbrannten und dadurch Strom und Fernwärme erzeugten.

Im Zuge von Atomausstieg und Energiewende sollen nach und nach die Kernkraftwerke und Braunkohlekraftwerke abgeschaltet werden. Stattdessen entstehen immer mehr kleinere Kraftwerke, die vor allem aus Wind und Sonnenstrahlen Strom erzeugen.

So ist die Anzahl der energieerzeugenden Anlagen in Deutschland binnen 10 Jahren von rund 1000 auf über 1,7 Millionen angestiegen; 2015 gab es 1790 aktive Kraftwerke in Deutschland zuzüglich Tausender Windanlagen und über 1,5 Millionen Fotovoltaikanlagen.

Per **02.02.2018** umfasste die Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur 2052 Erzeugungsanlagen mit einer elektrischen Wirkleistung von mindestens 10 Megawatt, die sich nach Hauptenergieträgern wie folgt gliedern und folgenden Anteil an der Erzeugungskapazität haben:

Hauptenergieträger	Erzeugungskapazität
1. Windenergie (onshore): *843 Kraftwerke**	**1. Windenergie (onshore):** *23,0 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung**
2. Erdgas: *301 Kraftwerke*	**2. Solare Strahlungsenergie:** *20,6 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung**

3. Solare Strahlungsenergie:
*160 Kraftwerke**

4. Steinkohle:
121 Kraftwerke

5. Laufwasser:
*107 Kraftwerke**

6. Abfall: *86 Kraftwerke***

7. Braunkohle:
80 Kraftwerke

8. Biomasse:
*79 Kraftwerke**

9. Pumpspeicher:
67 Kraftwerke

10. Mineralölprodukte:
56 Kraftwerke

11. Sonstige Energieträger:
43 Kraftwerke

12. Deponiegas:
*17 Kraftwerke**

13. Geothermie:
*16 Kraftwerke**

14. Windenergie (offshore):
*16 Kraftwerke**

15. Grubengas:
18 Kraftwerke

16. Klärgas:
*17 Kraftwerke**

17. Speicherwasser (ohne Pumpspeicher):
*11 Kraftwerke**

18. Kernenergie:
9 Kraftwerke

19. Mehrere Energieträger:
5 Kraftwerke

3. Erdgas:
12,4 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung

4. Steinkohle:
11,5 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung

5. Braunkohle:
10,1 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung

6. Kernenergie:
4,8 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung

7. Pumpspeicher:
4,8 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung

8. Biomasse:
*3,7 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung**

9. Sonstige Energieträger:
2,2 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung

10. Windenergie (offshore):
*2,1 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung**

11. Laufwasser:
*2,0 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung**

12.Sonstige Energieträger:
*1,4 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung**

13. Mineralölprodukte:
1,3 Prozent der eingespeisten Kraftwerksleistung

* erneuerbare Energieträger
** 50 Prozent des Energieträgers Abfall werden den erneuerbaren Energieträgern zugerechnet

Der Anteil erneuerbarer Energieträger an der Erzeugungskapazität beträgt demnach inzwischen mehr als 50 Prozent. Diese Übersicht zeigt aber auch, dass

man eine höhere Anzahl von Kraftwerken aus dem Bereich erneuerbarer Energien als konventionelle Kraftwerke braucht, um die gleiche Energiemenge zu produzieren.

Der tatsächliche Ökostromanteil an der Netto-Stromerzeugung war laut Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) **2017** jedoch erheblich geringer. Demnach ergab sich folgender Strom-Mix:

- *24,5 Prozent* **Braunkohle**
- *18,3 Prozent* **Wind***
- *15,4 Prozent* **Steinkohle**
- *13,1 Prozent* **Kernenergie**
- *8,7 Prozent* **Biomasse***
- *8,4 Prozent* **Gas**
- *7,2 Prozent* **Solarenergie***
- *3,9 Prozent* **Wasserkraft***
- *< 0,1 Prozent* **Öl**
- *< 0,1 Prozent* **andere**

* erneuerbare Energieträger

Dies würde einem Ökostromanteil von 38,5 Prozent entsprechen – und die Differenz zwischen Erzeugungskapazität und tatsächlicher Erzeugung zeigt eines der Probleme der Energiewende, denn der vorgenannte Anteil bezieht sich auf den Jahresdurchschnitt. Im Winter, wenn die Sonne kaum scheint und wenig Wind weht, decken erneuerbare Energien nicht einmal 5 Prozent des Energiebedarfs ab. In Österreich erreicht die Windernte bei Flaute in manchen Wochen nur 3 Prozent.

Dennoch soll die Stromerzeugung aus regenerativen Energien bald die alleinige Versorgung übernehmen. Laut Koalitionsvertrag 2018 der deutschen Bundesregierung soll der Anteil erneuerbarer Energien bis 2030 auf 65 Prozent steigen. Dort heißt es ebenfalls, die Koalition wolle verhindern, dass Kernbrennstoffe aus deutscher Produktion in Anlagen im Ausland, deren Sicherheit aus deutscher Sicht zweifelhaft ist, zum Einsatz kommen.

Anmerkung: In Deutschland sind aktuell noch sieben von ehemals zwanzig Kernkraftwerken in Betrieb. Der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEA) zufolge gibt es weltweit 450 aktive Reaktoren, rund sechzig neue

Kernkraftwerke befinden sich im Bau. Der deutsche Anteil an der Weltstromerzeugung betrug 2016 gerade einmal 2,6 Prozent; allein in den USA wird fast siebenmal so viel Strom produziert wie hierzulande. Ob wir mit unserem Atomausstieg wirklich die Welt verändern können oder uns nur selbst ins Abseits manövrieren, ist eine der politischen Fragen, auf die ich in diesem Buch nicht näher eingehen möchte.

Das gilt auch für die vor Jahren vom damaligen Umwelt- und heutigen Wirtschaftsminister Peter Altmaier mit einer Billion Euro bezifferten Kosten der Energiewende, die er als Langzeitprojekt und »Operation am offenen Herzen der Volkswirtschaft« bezeichnete. Erst im April 2018 beschrieb er Atom- und Kohleausstieg als doppelte Herausforderung und verwies auf den »harten Kampf gegen Blackouts«.

Gleichwohl wird auch ein vorzeitiger Braunkohleausstieg von der deutschen Politik vorangetrieben; vor allem während der Sondierungsgespräche zur Jamaika-Koalition wurde über die Kapazität kurzfristig stillzulegender Kohlekraftwerke gefeilscht, und es kann davon ausgegangen werden, dass das Thema auch in der Großen Koalition nicht vom Tisch ist. Der Kompromiss in den Jamaika-Verhandlungen belief sich auf eine Kapazität von 7 Gigawatt – das entspricht fast der gesamten Kapazität konventioneller Kraftwerke Österreichs!

Dezentralisierung der Stromerzeugung

Mit der Energiewende geht eine Dezentralisierung der Stromerzeugung einher, eine Aufsplittung der Stromversorger in einzelne Marktteilnehmer. Immer mehr Verbraucher werden zu Produzenten, die eigene Überschüsse in das Netz speisen wollen; der Strom fließt nicht mehr nur in eine Richtung vom Erzeuger zum Verbraucher, sondern auch umgekehrt von Kleinerzeugern zurück ins Netz. Aus rund 1000 Kraftwerksstandorten wurden über 1,7 Millionen.

Die klassischen Netzbetreiber mussten verschiedene Systemdienstleistungen garantieren: die Frequenzhaltung, die Spannungshaltung, das Netzengpassmanagement und einen Versorgungswiederaufbau nach Ausfall.

Millionen erneuerbare Erzeugungsanlagen verhalten sich jedoch im Gesamtsystem völlig anders. Sie sind nicht mehr (zentral) steuerbar, es gibt keine Gesamtverantwortung, und es ist ein anderes Systemdesign erforderlich, etwa mit Blick auf die Schwarzstartfähigkeit nach einem Ausfall, einen

Wiederaufbau von unten nach oben, also Teilnetze, die nach einem Wiederaufbau ans Versorgungsnetz angeschlossen werden.

Problematik erneuerbarer Energien

Fossile Energieträger haben sozusagen einen Speicher in der Primärenergie, das heißt, es kann jederzeit mehr oder weniger Kohle, Gas oder Öl verbrannt werden, um Strom zu erzeugen. Dadurch stehen etwa Braunkohlekraftwerke – ebenso wie übrigens Kernkraftwerke – durchaus 7000 oder 8000 Stunden im Jahr zur Verfügung, also im Durchschnitt fast rund um die Uhr.

Anders erneuerbare Energien: Die Verfügbarkeit der wichtigsten Energieträger Wind und Sonne ändert sich wetterabhängig, je nachdem, ob die Sonne scheint, ob es bewölkt ist, ob der Wind weht und so weiter – aber auch zu starker Wind führt zu Sicherheitsabschaltungen. Dadurch steht eine Solaranlage nur etwa 1000 und eine Windkraftanlage 2000 Stunden im Jahr zur Verfügung.

Dementsprechend volatil ist die Einspeisung, das heißt, es erfolgt keine konstante Stromlieferung, sondern diese unterliegt starken Schwankungen. Dabei geht es nicht nur um kleine Solaranlagen auf privaten Hausdächern, sondern auch und gerade um die großen Fotovoltaik- und Windparks.

Dass die Produktionsmengen erneuerbarer Energien nicht vorhersagbar und nicht kontrollierbar sind, führt zu neuen Anforderungen an die Überwachung und das Management der Übertragungsnetze. Während die Stromproduktion früher nach Bedarf erfolgte, steht bei erneuerbaren Energien mehr oder weniger planbar eine erzeugte Strommenge zur Verfügung, auf die entsprechend reagiert werden muss.

Die Situation wird noch dadurch verschärft, dass das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) den Übertragungsnetzbetreibern vorschreibt, den Ökostrom auch dann abzunehmen, wenn er eigentlich nicht benötigt wird – und auch die Produzenten erhalten die ihnen garantierte EEG-Umlage unabhängig vom tatsächlichen Bedarf. Gleichzeitig muss Strom aus erneuerbaren Energiequellen bevorzugt in die Stromnetze eingespeist werden, sodass der fossil produzierte Strom ständig reduziert oder erhöht werden muss.

Die Förderung der Windanlagen dürfte ab 2020 zu einem weiteren Problem führen: Nach 20 Jahren läuft für Tausende Windräder jährlich der subventionierte Abnahmepreis für den ins Netz eingespeisten Strom aus, den das

EEG ab dem Jahr 2000 staatlich garantiert hat. Die Windparkbetreiber müssen ihren Strom dann auf dem freien Markt anbieten, sind nach 20 Jahren Betrieb mit höheren Wartungs- und Reparaturkosten konfrontiert – und viele Windräder dürften unrentabel werden. Allein 2020 läuft die Förderung für 5700 Anlagen mit einer Leistung von 4,5 Gigawatt aus, bis 2023 dürfte für 14 Gigawatt installierter Leistung die Förderung enden. Das entspricht mehr als einem Viertel der Kapazität der fast 29000 Windanlagen in Deutschland. Ob, wann und in welchem Umfang es zum Abschalten von Anlagen und zu einem Rückgang der Stromproduktion kommt, ist natürlich nicht sicher – aber wenn die Betriebskosten den Ertrag überschreiten, nur eine Frage der Zeit. Dann könnte sich zusätzlich zu Kernenergie und Braunkohle auch die zur Verfügung stehende Windenergie reduzieren.

Ausnahmezustand Sonnenfinsternis

Ein Beispiel zu den Auswirkungen der beschriebenen Problematik erneuerbarer Energien:

Im März 2015 stand eine Sonnenfinsternis an, deren Vorbereitung schon ein Jahr vorher einsetzte. Es war absehbar, dass in Deutschland zwar nur eine partielle Finsternis wahrnehmbar sein würde, dass aber selbst die bis zu 80 Prozent der Sonne, die vom Mondschatten verdeckt werden würden, die Solarstromproduktion enorm reduzieren würden – und dass dies angesichts des Zuwachses an Fotovoltaikanlagen eine besondere Herausforderung für die Stromversorgung bedeuten würde.

Die Planspiele rechneten bei Eintritt der Sonnenfinsternis mit einem Ausfall von Solarstromkapazität in einer Größenordnung von bis zu 10 Gigawatt oder zehn Kernkraftwerken, die gleichzeitig vom Netz gehen. Aufgrund des höheren Sonnenstandes wurde für den Zeitpunkt, an dem sich die Sonne wieder hinter dem Mond hervorschiebt, sogar mit einem Leistungsanstieg von bis zu 20 Gigawatt gerechnet, die in kürzester Zeit zurück ins Stromnetz drängen – vergleichbar mit zwanzig Kernkraftwerken, die plötzlich eingeschaltet werden.

Deshalb wurden zusätzliche Reservekapazitäten geordert, und als Laststeuerungsmaßnahme wurde mit Aluminiumerzeugern vereinbart, dass diese ihre Produktion drosseln. Die Überkapazität bei der Rückkehr des Solarstroms führte zu negativen Strompreisen. In Summe entstanden Kosten in Höhe von

mehreren Millionen Euro.
Ähnliche Herausforderungen bestanden übrigens nicht nur im deutschen Teil des Stromnetzes, sondern europaweit, da auch andere Länder längst eine riesige Solarstromproduktion aufgebaut haben.

Erforderliche Eingriffe

Solche Eingriffe sind inzwischen auch im Alltag der Normalfall. Das Beispiel der Sonnenfinsternis hat jedoch gleich beide Problemstellungen gezeigt: zu wenig und zu viel Strom.
Dabei hat Europa nicht etwa ein grundsätzliches Problem mangelnder Erzeugungskapazitäten, im Gegenteil: Insgesamt wird viel mehr Strom produziert, als benötigt wird. Doch die Überkapazitäten werden gebraucht, weil nur theoretisch genug erneuerbare Energie vorhanden ist. Praktisch stehen die bevorzugten regenerativen Erzeuger – etwa während Dunkelflauten – eben nicht immer zur Verfügung, und genau dann werden zusätzlich vorgehaltene konventionelle Kapazitäten gebraucht. Wenn Wind und Sonne aber zur Verfügung stehen, ist plötzlich zu viel Strom im Netz – und es muss dafür gesorgt werden, dass er aus dem Netz genommen wird.

Einige Maßnahmen im Einzelnen:

- Sinkt die Stromproduktion oder steigt der Energiebedarf, ist also zu wenig Strom vorhanden, muss die Stromproduktion durch das Hochfahren beziehungsweise Zuschalten konventioneller Großkraftwerke (Kohle/Gas/Kernkraft) oder durch die Aktivierung spezieller Reservekraftwerke gesteigert werden.
- Steigt die Stromproduktion oder sinkt der Energiebedarf, ist also zu viel Strom vorhanden, muss die Stromproduktion durch das Herunterfahren beziehungsweise Abschalten konventioneller Großkraftwerke gedrosselt oder der Verbrauch durch das Hochfahren zusätzlicher Verbraucher gesteigert werden, um den überschüssigen Strom aus dem Netz zu nehmen.
- Als Laststeuerungsmaßnahme kann beispielsweise die Reduzierung des Stromverbrauchs mit infrage kommenden Großverbrauchern vereinbart werden. Ebenso ist das Abschalten bestimmter Verbraucher

beziehungsweise ein Lastabwurf, das heißt ein Abschalten der betroffenen Netzteile, möglich. Wie schon beschrieben, kann als letzte Möglichkeit auch eine Auftrennung in mehrere Netzbereiche erfolgen.

- Ist ein Land nicht in der Lage, seinen Bedarf selbst zu regulieren, kann Strom auch aus dem Ausland importiert oder in das Ausland exportiert werden.

All diese Maßnahmen kosten Geld. Ob Reservekraftwerke als sogenannte Kaltreserve nur einsatzfähig gehalten werden oder als Reservelast parallel mitlaufen, um höchst kurzfristig zugeschaltet werden zu können, ob stromerzeugende Kraftwerke (gegen Entschädigung der entgangenen Produktion) aus dem laufenden Betrieb genommen und im Stand-by-Modus gehalten werden, ob beliebige zusätzliche Verbraucher hochgefahren werden, nur um einen Stromverbrauch zu erzeugen – all das verursacht Kosten, die auf den Stromkunden umgelegt werden. Selbstredend gilt das auch für Ausgleichszahlungen, wenn Verbraucher ihre Produktion drosseln oder ganz abgeschaltet werden.

Ein konkretes Beispiel: Als Reservekraftwerke werden unter anderem fünf Braunkohlekraftwerke mit einer Kapazität von insgesamt 2,7 Gigawatt vorgehalten, die im Notfall Strom ins Netz einspeisen sollen. Sie wurden in die sogenannte Sicherheitsbereitschaft überführt und stehen ausschließlich in solchen Extremsituationen zur Verfügung. Dazu wurden sie zwar eingemottet, aber nicht stillgelegt – und können jederzeit reaktiviert werden. Dafür, dass sie in einem Bereitschaftszustand gehalten werden, der im Bedarfsfall binnen 10 Tagen die Herstellung der vollen Betriebsbereitschaft erlaubt, erhalten die Betreiber 1,61 Milliarden Euro.

Natürlich greift das Prinzip von Angebot und Nachfrage auch bei den Strompreisen, und so überrascht es nicht, dass bei steigendem Energiebedarf auch die Strompreise steigen. Bemerkenswert ist jedoch, dass eine Überproduktion nicht nur zu vergünstigtem oder verschenktem Strom führt, sondern dass das Überangebot an der Strombörse die Preise immer häufiger sogar ins Minus drückt und zu ***negativen*** Preisen führt, die dafür bezahlt werden müssen, dass überhaupt jemand den überschüssigen Strom abnimmt. Kam dies 2008 noch an 15 Stunden im Jahr vor, waren es 2017 schon 146 Stunden, also zehnmal so viele. Der bisher höchste Negativstrompreis betrug – 221,99 Euro pro Megawattstunde im Jahr 2012.

Entwicklung und Ausmaß

Die Eingriffe der Netzbetreiber zur Aufrechterhaltung der Netzsicherheit und Netzstabilität haben in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen, bei auch weiterhin steigender Tendenz. Am deutlichsten werden Entwicklung und Ausmaß der Eingriffe anhand der damit verbundenen Kosten erkennbar.

Die Kosten für Systemdienstleistungen sind in Deutschland 2015 deutlich gestiegen, und zwar auf 1,6 Milliarden Euro gegenüber 1,1 Milliarden Euro 2014. Der Teil der Systemdienstleistungskosten, der auf Engpässe im Stromnetz zurückzuführen ist, hat sich von 387 Millionen Euro 2014 auf 1,035 Milliarden Euro 2015 beinahe verdreifacht. Die Kosten für sogenannte Redispatch-Maßnahmen lagen 2015 bei 412 Millionen Euro, gegenüber 185 Millionen Euro 2014.

Laut Monitoring-Bericht von Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt verdoppelte sich die Dauer der Redispatch-Maßnahmen beinahe von 8453 Stunden 2014 auf knapp 15 811 Stunden 2015, die betroffenen Strommengen haben sich währenddessen in etwa verdreifacht. 2010 betrug die Dauer noch 1588 Stunden, also ein Zehntel. Um Schwankungen im Netz auszugleichen, musste 2015 fast täglich in den Netzfluss eingegriffen werden – zum Vergleich: Der deutsche Übertragungsnetzbetreiber TenneT musste im gesamten Jahr 2003 ganze drei Mal zur Stabilisierung in das Netz eingreifen. Im Winter 2015/2016 wurden die Reservekraftwerke im In- und Ausland – vor allem in Österreich – mit 93 Tagen deutlich häufiger angefordert als im Vorjahr; im Winter 2014/2015 waren es nur 7 Tage.

2017 musste der österreichische Übertragungsnetzbetreiber APG an 301 von 365 Tagen, also fast tagtäglich, eingreifen, um das Netz stabil zu halten. Die Kosten für Interventionen zur Stabilisierung des Stromnetzes (Engpassmanagement, Redispatch, Intraday-Stopp) haben sich hier in den zurückliegenden Jahren von etwa 2 Millionen Euro 2011 auf rund 324 Millionen Euro 2017 um das 162-Fache gesteigert. 2013 betrugen sie etwa 13 Millionen Euro, 2014 rund 22 Millionen Euro und 2015 etwa 200 Millionen Euro.

Die Intraday-Stopp-Dauer an den österreichischen Grenzen betrug 2012 ganze 75 Stunden. Nach einer Steigerung um das 33-Fache auf 2508 Stunden 2013 hat sich die Dauer seitdem von Jahr zu Jahr etwa verdoppelt, und zwar auf 5535 Stunden 2014, 10554 Stunden 2015, 23202 Stunden 2016 und 50250 Stunden

2017. 2018 kündigt sich mit 13096 Stunden allein im ersten Quartal bereits ein neuer Rekord an.

Ohne im Detail auf die einzelnen Mechanismen und Kennzahlen eingehen zu wollen, zeigen die Entwicklungen klar eine Verschärfung der Situation in den vergangenen Jahren.

Künftige Herausforderungen

Vergleicht man die Stromerzeugung weltweit, zeigt sich, dass in Netzen mit einem größeren Anteil an erneuerbaren Energien auch größere Schwankungen der Netzfrequenz auftreten. Auch wenn man Deutschland, Österreich und die Schweiz außen vor lässt, ist zum Beispiel nicht nur der Anteil der Wind- und Solarerzeugung in Großbritannien um ein Vielfaches höher als in den USA, vielmehr sind auch die Schwankungen deutlich größer.

Die große Frage ist, wie das Netz hierzulande in Zukunft stabil gehalten werden kann, wenn der Atomausstieg und auch der (vorzeitige) Braunkohleausstieg vollzogen sind und sich die Stromerzeugung nur noch aus erneuerbaren Energiequellen speist.

Hierzu drei Zitate aus dem Koalitionsvertrag 2018 der deutschen Bundesregierung:

- »Die Herausforderung besteht in einer besseren Synchronisierung von erneuerbaren Energien und Netzkapazitäten.«
- »Ziel ist es, die Versorgungssicherheit in allen Teilen Deutschlands weiterhin sicherzustellen.«
- »Außerdem werden wir jedes Jahr überprüfen, wie sich die Netzengpässe entwickeln, und ab Anfang 2019 daraus den notwendigen Handlungsbedarf ableiten (Stresstests).«

Es bleibt abzuwarten, welche Taten daraus resultieren.

Stromspeicherung

Die erste zentrale Anforderung ist die Speicherung von Strom.

»Fertiger« Strom ist nicht lagerbar und bis jetzt nur bedingt speicherbar. Bisher versucht man das Problem dadurch zu handhaben, dass man Energieträger verwendet, die sozusagen einen Speicher in der Primärenergie haben und als ***potenzielle*** Energie zur Verfügung stehen. Hat man davon genug eingelagert, kann man die Energieträger zu beliebigen Zeitpunkten verbrennen, um daraus Strom zu erzeugen.

Dadurch haben gerade die fossilen Energieträger Kohle, Gas und Öl zur Versorgungssicherheit beigetragen. Auch Kernkraft steht im Prinzip immer zur Verfügung.

Will man die Strom-»Speicherung« auf rein erneuerbare Energien beschränken, bieten sich zwar auch Biomassekraftwerke an, die in ähnlicher Weise funktionieren und statt fossiler Energieträger etwa nicht anders nutzbares Holz verbrennen, das auch eine Zeit lang gelagert werden kann. Als einzige Möglichkeit, ***großtechnisch*** elektrische Energie effizient zu speichern, gelten jedoch Pumpspeicherkraftwerke, in denen Wasser in einem Leitungssystem nach oben gepumpt wird, etwa einen Berg hinauf. Dort wird es zum Beispiel als See gestaut. Im Bedarfsfall werden die Drosselklappen geöffnet, und man lässt das Wasser wieder durch Fallrohre nach unten fließen, wobei es Turbinen und Generatoren antreibt, die elektrischen Strom erzeugen.

Der Nachteil zeigt sich in oben stehender Übersicht der Erzeugungskapazitäten der einzelnen Kraftwerkstypen: Biomasse und Pumpspeicher machen nur 8,5 Prozent der Erzeugungskapazitäten aus (und sind auch nicht ***beliebig*** ausbaubar), während Kohle, Gas, Öl und Kernenergie auf 40,1 Prozent kommen. Der große Anteil erneuerbarer Energien basiert auf den Energieträgern Sonne und Wind, die 45,7 Prozent der Erzeugungskapazitäten beitragen – aber eben nur wetterabhängig zur Verfügung stehen.

Insofern kann eine erfolgreiche Energiewende nur funktionieren, wenn technologische Innovationen neue, effiziente Puffer- und Speichermöglichkeiten hervorbringen, die etwa über konventionelle Batterien und Akkus hinausgehen und auch im Großen realisierbar sind. Dabei geht es nicht um die Überbrückung von Minuten oder Stunden und auch nicht nur darum, mittelfristig die volatile Einspeisung ausgleichen zu können, sondern darum, die Energie für Monate zu bevorraten, um beispielsweise einen ganzen Winter überbrücken zu können.

Die Bundesregierung verspricht: »Deutschland soll wieder Standort für Batteriezellproduktion werden« und »Wir werden … prüfen, inwieweit zukünftig nicht mehr benötigte Kraftwerksstandorte für große thermische

Speicher-Kraftwerke genutzt werden können.«

Stromtransport und Netzausbau

Die zweite zentrale Anforderung ist der Transport von Strom.

Aus dem Problem, dass Strom nicht lagerbar und bisher nur bedingt speicherbar ist, resultiert, dass der Strom verbraucht werden muss, wenn er produziert wird. Das macht Leitungen zwischen Energieerzeugern und –verbrauchern erforderlich, damit überschüssiger Strom aus der einen Region in die andere transportiert werden kann, wo er in diesem Moment gebraucht wird. Dafür sind die Netze aber in vielen Regionen nicht ausgerichtet.

Dies wird durch die neue »Architektur« der Stromerzeugung verstärkt, die man auch als völlige Systemumkehr betrachten kann. Früher wurden große Kraftwerke mehr oder weniger verbrauchsnah errichtet, in Ballungszentren wie dem Ruhrgebiet, den Rheinmetropolen oder Stuttgart – und an den großen Industriezentren, weil Industrie und Gewerbe drei Viertel des Stroms verbrauchen. Dementsprechend ist das Netz mit Höchstspannungsleitungen, das unser Land überzieht, dort am dichtesten, wo am meisten verbraucht wird.

Heute entstehen riesige Sonnenfarmen und Windparks dort, wo die Sonne am meisten scheint oder der Wind am stärksten weht – vor allem im Norden Deutschlands, wo die großen Windturbinen stehen. Das sind oft Regionen, wo wenige Menschen wohnen. Dort werden riesige Strommengen erzeugt, die nun in die Ballungsräume und Industriezentren verteilt werden müssen, vor allem im Süden Deutschlands.

Doch das vorhandene Netz ist dafür nicht ausgelegt. Längst sind die bestehenden Transportkapazitäten ausgelastet, wodurch es zu Netzengpässen kommt. Doch es sind nicht nur erneuerte, verstärkte, erweiterte und zusätzliche Leitungen erforderlich, sondern auch leistungsfähigere Umspannwerke und Transformatoren.

Um die zusätzlichen Erzeugungskapazitäten erneuerbarer Energien deutschlandweit nutzen und Strom weiträumig transportieren zu können, muss deshalb ein umfassender Ausbau des Übertragungsnetzes erfolgen. Der Begriff der »Stromautobahnen« hat sich dafür etabliert.

Die Bundesregierung verspricht im Koalitionsvertrag 2018: »Wir werden Anstrengungen zum Ausbau und zur Modernisierung der Energienetze

unternehmen. Zu diesem Zweck werden wir einen ambitionierten Maßnahmenplan zur Optimierung der Bestandsnetze und zum schnelleren Ausbau der Stromnetze erarbeiten.«

Freileitungen vs. Erdkabel

Bis es so weit ist, müssen Überlastungen des Stromnetzes vermieden werden. Doch der Netzausbau – insbesondere der Bau der 300 Kilometer langen Nord-Süd-Trassen im Westen, im Osten und in der Mitte Deutschlands – wird auch durch Bürgerproteste behindert und ausgebremst.

Die elektrische Energie kann in großen Mengen nur drahtgebunden über Hochspannungsleitungen in Form von Freileitungen oder Erdkabeln übertragen werden.

Freileitungen sind Wetter- und sonstigen Umwelteinflüssen ausgesetzt, dafür können Fehler leichter lokalisiert und behoben werden. Zudem sind sie günstiger und schneller realisierbar. Aber Freileitungen werden auch als Beeinträchtigung des Landschaftsbildes empfunden.

Erdkabel sind besser vor Umwelteinflüssen geschützt, dafür aber bei Bagger- und Bauarbeiten stärker gefährdet, und im Fall eines Defektes ist die Fehlersuche aufwendiger. Sie haben einen geringeren Platzbedarf, aber ihr Bau ist wesentlich teurer. Sie sind nicht immer realisierbar, etwa wenn unterirdische Hochspannungsleitungen bestimmte Kabellängen überschreiten, und bedürfen einer aufwendigeren Planung. Aber sie sind bei der Bevölkerung besser akzeptiert – weil man sie nicht sieht. »Wasch mich, aber mach mich nicht nass«, könnte man meinen.

2003 waren etwa 71 Prozent der Leitungen unterirdisch verlegt, 1993 waren es noch etwa 64 Prozent gewesen. Doch diese Tendenz stößt wie gesagt im Hoch- und insbesondere im Höchstspannungsbereich an die Grenzen des technisch Möglichen. Das Ringen um einen Kompromiss führt beispielsweise dazu, dass Gleichstromleitungen quasi als Pilotprojekte unterirdisch verlegt werden. Nicht zuletzt dadurch liegen wir inzwischen Jahre hinter dem Plan zurück.

Zuspitzung durch Zeitplanung

Bis zum 31. Dezember 2022 gehen die letzten sieben der ehemals zwanzig deutschen Kernkraftwerke vom Netz:

- **am 31. Dezember 2019**
    - Philippsburg II (Baden-Württemberg) mit 1468 Megawatt
- **am 31. Dezember 2021**
    - Brokdorf (Schleswig-Holstein) mit 1480 Megawatt,
    - Grohnde (Niedersachsen) mit 1430 Megawatt und
    - Gundremmingen C (Bayern) mit 1344 Megawatt
- **am 31. Dezember 2022**
    - Emsland (Niedersachsen) mit 1400 Megawatt,
    - Isar 2 (Bayern) mit 1485 Megawatt und
    - Neckarwestheim II (Baden-Württemberg) mit 1400 Megawatt

In Summe also mehr als 10 Gigawatt, die dem deutschen Strommarkt dann nicht mehr zur Verfügung stehen.

Ich will das am Beispiel von Deutschlands ehemals leistungsstärkstem Kernkraftwerk in Gundremmingen an der Donau noch mal etwas vertiefen: Bis 31. Dezember 2017 war Gundremmingen der letzte Standort in Deutschland mit noch zwei aktiven Reaktoren; dann wurde Block B vom Netz genommen. Es gab keinerlei Störfälle, und die Anlage könnte auch weiterhin Strom produzieren – planbar, wetterunabhängig und so viel, wie der größte Windpark der Welt, der gerade in England gebaut wird, einst bei vollem Wind schaffen soll. Doch die Entscheidung wurde im Rahmen des Atomausstiegs getroffen – und 4 Jahre später wird den baugleichen Block C das gleiche Schicksal ereilen.

Ich habe bereits versprochen, keine politischen Bewertungen vorzunehmen – und bin selbst hin- und hergerissen, denn die problematischen Seiten der Kernkraft sind nicht zu übersehen, von der ungelösten Frage der Atommüllendlagerung bis zu den katastrophalen Auswirkungen, wenn trotz aller Sicherheitsvorkehrungen doch etwas passiert, wie zuletzt in Fukushima. Aber ich habe auf rein sachlicher Ebene die Erwartung, dass ein Atomausstieg hinsichtlich Zeitplan und Umsetzung so vonstattengeht, dass die Versorgungssicherheit nicht leichtfertig aufs Spiel gesetzt wird – und genau hier kommen durchaus Zweifel auf.

Die Stromtrassen, die benötigt werden, um insbesondere mehr Stromfluss von

Norden nach Süden zu ermöglichen und eine Erzeugungslücke zu vermeiden, werden jedoch nach ***aktueller*** Planung erst 2025 fertig – und dabei ist noch längst nicht gesagt, dass wenigstens dieser Zeitplan am Ende wirklich eingehalten wird.

Für einen mehrjährigen Übergangszeitraum wird also die Kernenergie bereits wegfallen, während die Netze noch nicht fertiggestellt sein werden, durch die der Ersatz transportiert werden soll. Dies bedeutet eine Periode nochmals gesteigerter Gefährdung.

Die Bundesnetzagentur warnt bereits, dass nach 2022 die Eingriffskosten zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität bundesweit auf bis zu 4 Milliarden Euro anwachsen könnten. Und Stefan Kapferer, Hauptgeschäftsführer des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), sagt eine Unterdeckung von bis zu 9 Gigawatt voraus, wenn nach dem Atomausstieg und dem absehbaren Kraftwerkssterben einer Jahreshöchstlast von 81,9 Gigawatt nur noch eine gesicherte Erzeugung von 73 bis 75 Gigawatt gegenübersteht.

Steigender Energiebedarf

Noch gar nicht berücksichtigt ist dabei der steigende Strombedarf.

1993 lag der Nettostromverbrauch in Deutschland bei 462 Terawattstunden. 2006 wurde erstmals die Grenze von 540 Terawattstunden erreicht – das sind 540 Milliarden Kilowattstunden. Seitdem schwankt der Verbrauch auf hohem Niveau.

Ein wesentlicher Treiber des Strombedarfs ist die Digitalisierung. Auch weiterhin werden mechanische durch elektrische oder elektronische Lösungen ersetzt, wird Mechanik digital steuerbar gemacht – etwa durch die Konzepte des Smart Homes im privaten Bereich oder der Industrie 4.0 in der Wirtschaft. So verbraucht ein iPhone pro Tag im Durchschnitt mehr Strom als ein Kühlschrank – nicht direkt, aber durch die Prozesse, die es woanders auslöst, etwa in Rechenzentren.

Kryptowährungen

Der große Hype um die Kryptowährungen hat zwar im ersten Quartal 2018

wieder nachgelassen, aber zum einen ist nicht klar, wie es damit weitergeht, und zum anderen hat der Run im vierten Quartal 2017 Potenzial und Bedarf von Bitcoin und Co. gezeigt. Zudem werden für die Blockchain-Technologie auch in anderen Bereichen Einsatzgebiete gesehen.

Das sogenannte Mining, also die Herstellung der virtuellen Währungen, ist ohnehin eine Sache für sich. Eine Schattenseite ist die dafür erforderliche Strommenge. Nach Berechnungen verbraucht etwa jede Bitcoin-Transaktion 250 Kilowattstunden und allein das Bitcoin-Netzwerk insgesamt 32 Terawattstunden Strom im Jahr, so viel wie ganz Dänemark, die mehreren Tausend weiteren Kryptowährungen nicht mitgerechnet. Würden sich die Wachstumsraten ungebremst fortsetzen, würde der Bedarf Kritikern zufolge 2019 dem Stromverbrauch der USA entsprechen und 2020 dem der ganzen Welt – wobei klar ist, dass eine Steigerung der Energieproduktion in dieser Geschwindigkeit weder möglich noch wünschenswert wäre. Aber wo sich so viel Geld verdienen lässt, treten sinnvolle Verhältnismäßigkeiten in den Hintergrund.

Allerdings sind alle Versuche, das Mining zu berechnen, tatsächlich nur Schätzungen oder Näherungswerte. Doch selbst wenn die Berechnungen zu hoch gegriffen sind oder das Wachstum nachlässt, verbraucht das Bitcoin-Netzwerk irrsinnige Mengen an Strom. Und je höher der Wert der Kryptowährung steigt, desto mehr lohnt es sich, weitere Bitcoins zu schürfen – also zusätzliche Rechner in die Produktion einzubinden, was abermals Energie verbraucht und auch den Strompreis steigert. Die denkbare Gefahr, dass Strom bevorzugt an Miner verkauft werden könnte, weil deren Preisbereitschaft höher ist als die privater Haushalte, möchte ich nur der Vollständigkeit halber in den Raum stellen.

Noch ist das Mining von Kryptowährungen ein globales Phänomen und weniger ein deutsches Problem. Ein Großteil findet in China statt. In Venezuela kam es schon zu Ausfällen im Stromnetz, weil Mining-Farmen illegal Stromleitungen angezapft haben. Doch zuletzt war von Projekten zu hören, die Wasserkraft in Nordamerika oder Nordeuropa für das Bitcoin-Mining nutzen wollen. Sollte der Preis weiter steigen, ist es nur eine Frage der Zeit, bis auch in Deutschland das Mining in großem Stil rentabel wird.

Elektromobilität

Weniger digital, aber hierzulande weiter verbreitet und deshalb noch konkreter,

ist die Problematik der Elektromobilität. Ich habe manchmal den Eindruck, dass dabei vergessen wird, dass auch der Strom, der für das ***saubere*** Autofahren benötigt wird, erst irgendwo herkommen und irgendwie produziert werden muss. Persönlich erinnere ich mich übrigens noch daran, dass vor 20 Jahren der Dieselmotor aufgrund seiner gepriesenen Sparsamkeit und Umweltfreundlichkeit einen vermeintlichen Siegeszug in der Breite angetreten hatte.

Bisher haben sich E-Autos jedenfalls trotz staatlicher Kaufprämien noch nicht im Massenmarkt durchgesetzt. Deshalb erwägt die Europäische Union eine Elektroquote für Neuwagen, um die Verbreitung der Elektromobilität voranzutreiben. Wenn es dazu kommt, sollen ab 2030 mindestens 15 Prozent aller Neuwagen in Europa mit einem Elektromotor oder einem anderen emissionsfreien Antrieb ausgestattet sein. Allerdings gehen Studien bereits für 2025 von einem Elektrofahrzeuganteil von 25 Prozent aus. Bei einem Bestand von 46,5 Millionen Personenkraftwagen per 01.01.2018 entspricht das 11625000 E-Autos allein in Deutschland.

Verschiedene Untersuchungen aus dem universitären Bereich sowie von Unternehmensberatungen haben sich bereits mit den Auswirkungen der Elektromobilität beschäftigt. Der Tenor lautet jeweils, dass die wachsende Zahl von Elektroautos die Stromversorgung in Deutschland bedroht, wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Demzufolge ist ab einer Elektroautoquote von 30 Prozent mit flächendeckenden Stromausfällen zu rechnen. Doch Elektroenergie würde nicht erst ab dieser Quote fehlen, sondern schon in den nächsten 5 bis 10 Jahren könnten in Gebieten rund um Großstädte wie Frankfurt am Main oder München Versorgungsengpässe auftreten und regelmäßig der Strom ausfallen. Ab 2032 wäre damit flächendeckend zu rechnen – weil das deutsche Stromnetz nicht für diese Menge an Elektromobilen ausgelegt ist. Für 2035 wird damit gerechnet, dass mehr als jedes dritte auf deutschen Straßen fahrende Auto ein E-Auto ist.

Ein typischer Hausanschluss hat einen Leistungsbedarf von 14,5 Kilowatt. Wenn den Autofahrern die Elektromobilität dadurch schmackhafter gemacht werden soll, dass neue Schnellladesysteme an die Stelle bisheriger Ladesysteme treten, die etwa an einer Steckdose in der eigenen Garage 7 bis 8 Stunden für das Aufladen einer herkömmlichen Elektroautobatterie benötigen, ist der Ausbau einer leistungsfähigen Ladeinfrastruktur unumgänglich. Um E-Auto-Batterien binnen weniger Minuten zu 80 Prozent aufzuladen, ist bereits ein europaweites Ladenetz mit 400 geplanten Schnellladestationen im Bau. Das europäische

Pilotprojekt »Ultra-E«, ein Netzwerk von 25 Schnellladestationen in den Niederlanden, Belgien, Deutschland und Österreich, basiert auf einer Ladeleistung von bis zu 350 Kilowatt.

Ab einer bestimmten Größenordnung übersteigt das jedoch die Möglichkeiten, zumal die Kapazitäten das ***gleichzeitige*** Laden vieler Elektrofahrzeuge erlauben müssen, das zu Leistungsspitzen in den betroffenen Netzen führt.

Im politischen Sinne müsste man fordern, dass dem Ausbau der Elektromobilität ein Ausbau des Stromnetzes vorangehen müsste. Bezogen auf das Thema dieses Buches kann man sich darauf beschränken festzustellen, dass auch der steigende Energiebedarf – unter anderem durch die Elektromobilität – einen Unsicherheitsfaktor für die Stromversorgung darstellt.

Menschliches Versagen, Liberalisierung des Strommarktes

Dem Eaton-Blackout-Tracker-Jahresreport 2015 für die D-A-CH-Region zufolge sind 61,8 Prozent der Stromausfälle auf Materialfehler und menschliches Versagen zurückzuführen. Auf technisches Versagen bin ich bereits eingegangen. Menschliches Versagen kommt besonders in dreierlei Hinsicht vor:

Bauarbeiten

Bauarbeiten sind eine der häufigsten Ursachen von Stromausfällen. Insbesondere Erdkabel, die durch Baggerarbeiten beschädigt werden, sind ein verbreitetes Problem. Spätestens wenn Feuchtigkeit mit dem beschädigten Kabel in Kontakt kommt, führt dies zu einem Kurzschluss.

Schaltfehler und Fehlreaktionen

Störungen oder Ausfälle einzelner elektrischer Betriebsmittel, ob eine Leitung, ein Transformator, ein Generator oder ein ganzes Kraftwerk, können im Normalfall über andere Betriebsmittel ausgeglichen werden, ohne dass es zu Ausfällen in der Versorgung kommt. Das ist der Grundsatz des bereits erläuterten (n-1)-Kriteriums.

Wenn es dennoch zu einem Stromausfall kommt, müssen entweder mindestens zwei Ereignisse zusammengekommen, also zwei Betriebsmittel ausgefallen sein, etwa durch unmittelbare Mehrfachfehler, was durch den hohen Automatisierungsgrad aber eher selten vorkommt. Oder die Systeme wurden nicht korrekt betrieben, beispielsweise indem Schaltfehler im Bereich von Schaltanlagen oder Umspannwerken passiert sind.

Zu netzweiten, überregionalen Stromausfällen kann es etwa kommen, wenn die Netzregelung nicht oder zu langsam auf Störungen oder Veränderungen im

Stromnetz reagiert, um diese noch rechtzeitig abzufangen und auszugleichen.

Liberalisierung des Strommarktes

Privatisierung und Liberalisierung des Strommarktes führen einerseits zur Vernachlässigung der Netze und deren Infrastrukturen, weil sich Gewinnmaximierung und Infrastrukturinvestitionen durchaus konträr gegenüberstehen können. Andererseits birgt die Art und Weise, wie Strom gehandelt wird, erhebliche Risiken für die Versorgungssicherheit.

Dies zeigt ein Blick auf die unterschiedlichen Akteure und ihre Rollen:

- Die Stromerzeuger produzieren den Strom. Dazu zählen einerseits die großen Kraftwerksbetreiber wie E.ON, RWE, EnBW und Vattenfall. Andererseits gehören dazu auch immer mehr kleinere Erzeuger insbesondere aus dem Bereich der erneuerbaren Energien.
- Die Stromhändler kaufen den Strom, sei es durch eine direkte vertragliche Bindung mit einem Stromerzeuger oder an der Strombörse. Sie geben den Strom zur Einspeisung an die Netzbetreiber weiter.
- Die Netzbetreiber sind für den reibungslosen Ablauf der Stromlieferung verantwortlich, von der Instandhaltung der Netze bis zur Verteilung des Stroms. Anders als die bereits genannten Übertragungsnetzbetreiber Amprion (RWE), 50Hertz Transmission (Vattenfall), TransnetBW (EnBW) und TenneT TSO (TenneT), die sozusagen das Fernleitungsnetz betreiben, sind die Verteilnetzbetreiber regional tätig und der Stromlieferant der Endkunden (Verbraucher).
- Die Endkunden sind in Kleinabnehmer (zum Beispiel private Haushalte) und Großabnehmer aus der Wirtschaft zu unterscheiden. Letztgenannte können den Strom aufgrund der großen Menge auch direkt an der Strombörse kaufen.

Der Stromhandel funktioniert ähnlich wie eine Wertpapierbörse. Der Strompreis richtet sich nach Angebot und Nachfrage beziehungsweise nach dem prognostizierten Verbrauch und der verfügbaren Strommenge. Ich habe bereits darauf hingewiesen, dass bei steigendem Energiebedarf auch die Strompreise steigen und bei einer Überproduktion die Preise bis ins Negative fallen. Auf

physikalische Grundsätze und die daraus resultierenden Risiken wird bei den Energiehandelstätigkeiten keine Rücksicht genommen, sondern die Preise werden umso mehr bis zur Schmerzgrenze getrieben, je höher der Handlungszwang, das Stromnetz stabil zu halten, ist.

Das wird auch bei der Produktionsplanung deutlich, die auf dem prognostizierten Verbrauch basiert. Wenn Stromhändler Verträge mit Stromerzeugern abschließen, vereinbaren sie mit diesen sogenannte Erzeugungspläne, das heißt, sie planen die Stromverteilung und den zeitlichen Ablauf. Anschließend leiten sie den Strom über die Netzbetreiber – und den Stromtarifanbieter, falls dieser ein externer Anbieter ist – zum Kunden. Damit prognostizierter Verbrauch und verfügbare Strommenge übereinstimmen, findet für jeden Tag bereits am Vortag eine Planung statt. Hier fließen die Prognosen der Händler ebenso ein wie die Kraftwerkseinsatzplanung der Stromerzeuger, damit die Netzbetreiber die Stromverteilung planen können.

Probleme treten beispielsweise auf, wenn die eingekaufte beziehungsweise tatsächlich erzeugte Leistung nicht mit der real bezogenen Leistung übereinstimmt, etwa weil die Stromhändler bei niedrigen Außentemperaturen den Strombedarf unterschätzt und zu wenig eingekauft haben. Dabei ist es unerheblich, ob beispielsweise aus Unachtsamkeit Wetteränderungen übersehen wurden oder ob wirtschaftliche Erwägungen eine Rolle spielten, wie etwa 2012, als Stromhändler mit dem Einkauf der erforderlichen Strommenge bis zum letzten Moment gewartet hatten in der Hoffnung, dadurch einen günstigeren Einkaufspreis erzielen zu können. Überreizen sie das Spiel, kippt die Frequenz.

Der internationale Stromhandel führt jedoch auch ohne solche Vorfälle schon laufend zu überhöhten Systembelastungen, er ist ein Störfaktor für die Netzfrequenz. Das liegt – auch – daran, dass der Strom viertelstundenweise, das heißt in 15-Minuten-Kontrakten, gehandelt wird. Dadurch ergibt sich alle 15 Minuten eine neue Verteilung der Produktion, das heißt, wo genau wie viel Strom in das Netz eingespeist wird. Dies führt alle 15 Minuten zu erheblichen Schwankungen im europäischen Netz, sei es durch sprungartig veränderte Leistungshöhen oder weil der eine seine Einspeisung schnell herunterfährt und der andere seine Einspeisung langsam herauffährt, jeweils um eigene Energie zu sparen.

Kriminelle Handlungen, Cyber- und Terrorangriffe, Systemanfälligkeit

Von (Kupfer-)Diebstahl über Betrug und Erpressung bis hin zu gezielter Zerstörung reichen die Ziele von Angriffen auf das Stromnetz. Prinzipiell ist es egal, ob das Motiv darin besteht, Geld zu erpressen, oder ob es darum geht, Angst und Schrecken zu verbreiten. Es zeigt sich jedoch, dass Kriminelle, die wirtschaftliche Ziele verfolgen, sich eher an kleinere Stromversorger halten, die weniger gut geschützt sind, während Angreifer mit politischen Motiven auf große Infrastrukturen mit großer Reichweite abzielen und auch selbst die nötigen Kapazitäten mitbringen.

Erst im Mai 2017 zeigte ein Cyberangriff mit dem Erpressungstrojaner *WannaCry*, der mehr als 230000 Computer in 150 Ländern verschlüsselte und von ihnen Lösegeldzahlungen verlangte, welche Reichweite solche Attacken inzwischen erzielen. Europol beschrieb den Angriff hinsichtlich des Ausmaßes als ein noch nie da gewesenes Ereignis.

Noch immer genügen meist einfache E-Mail-Anhänge, um Schadprogramme in Computernetzwerke einzuschleusen – denn welches Unternehmen kann es sich leisten, auf E-Mails von Kunden, Geschäftspartnern oder Bewerbern samt den mitgeschickten Anlagen nicht zu reagieren? Mit der Anmutung einer Excel-Datei oder als Bewerbung getarnt, werden nach dem Öffnen Programmdateien ausgeführt, die etwa fehlerhafte Sensormeldungen auslösen oder direkt in die Steuerung bestimmter Kraftwerksbereiche eingreifen.

Cybergefahr für die Stromversorgung

Der damalige Bundesinnenminister Thomas de Maizière hat schon 2016 darauf hingewiesen, dass ein groß angelegter Angriff auf die Stromversorgung in Deutschland, sei es durch »Gruppen, Staaten oder beides zusammen«, eine reale Gefahr ist. Ein Blick in den Koalitionsvertrag 2018 zeigt, wie ernst die Gefahr genommen wird.

Auch der EU-Kommissar für die Sicherheitsunion zeigte sich auf der Münchner Sicherheitskonferenz besorgt und wies darauf hin, dass das sogenannte Internet der Dinge (IdD oder »Allesnetz«) Hackern und Cybertruppen ganz neue Möglichkeiten biete. Der Geschäftsführer von Giesecke & Devrient, einem Unternehmen, das beispielsweise unser Geld druckt und als Marktführer für Sicherheitslösungen gilt, präzisierte, dass international Cybertruppen mit Schadsoftware experimentieren, mit der sie gezielt einzelnen Straßenzügen oder ganzen Landstrichen den Strom abschalten oder auch Kernkraftwerke anfreifen können. Durch den Einsatz hochgezüchteter Analyseprogramme, die selbstständig Muster erkennen und daraus lernen, würde fast immer irgendeine Sicherheitslücke gefunden.

Selbst in der Bevölkerung ist diese Sorge längst angekommen: Bei einer Umfrage 2017 haben über ٦٠ Prozent der Befragten angegeben, sich vor einem Blackout durch Hacker-Angriffe zu fürchten.

Sicherheitsdesign der Kraftwerke

Als die meisten der heute in Betrieb befindlichen Kraftwerke – und das gilt auch für viele andere Kritische Infrastrukturen, etwa im Bereich der Wasserversorgung – gebaut wurden, gab es noch keine Vernetzung im heutigen Sinne. Sie wurden dementsprechend unter anderen Prämissen errichtet, nämlich als autark laufende Kraftwerke, als abgeschottete Systeme, und erst nachträglich mit anderen Anlagen vernetzt.

Die Sicherheitsvorkehrungen wurden zwar nachträglich angepasst, das Sicherheits***design*** entspricht aber oft noch dem Stand vor 10 oder 20 Jahren – als man noch nicht einmal ahnte, wohin die Digitalisierung führen würde.

Der Nachteil ist offensichtlich. Aber es gibt, so paradox es erscheint, auch eine positive Seite. Denn gerade weil viele Kraftwerke mit älterer Technologie betrieben werden, die sich auch noch von Kraftwerk zu Kraftwerk unterscheidet, müssen Angreifer quasi historisches Know-how mitbringen. Das macht es schwieriger, sie anzugreifen, und schließt etwa schnelle Erpressungsversuche aus. Klar ist aber auch: Wenn man das will und über die nötige Zeit sowie die nötigen Ressourcen verfügt, kommt man problemlos in die Systeme der Kraftwerke hinein. Und da sowohl das Stromnetz als auch die großen Kraftwerke mit Software gesteuert werden, stehen Angreifern danach Tür und

Tor offen.

Smartes Stromnetz (Smart Grid/Smart Meter)

Aufgrund der erforderlichen Reaktion innerhalb von Sekundenbruchteilen, beispielsweise bei einer Veränderung der Netzfrequenz, werden immer mehr Automatismen geschaffen, die selbstständig auf bestimmte Entwicklungen reagieren und etwa Stromflüsse erhöhen oder absenken. Anders ist die Anzahl nötiger Eingriffe auch gar nicht mehr zu bewältigen.

Solche semi- oder vollständig automatisierten Abläufe bedingen eine starke Technologisierung. Die damit verbundene Digitalisierung der Stromversorgung führt zu einer immer engeren Verknüpfung mit Informations- und Kommunikationssystemen, nicht nur des Netzes, sondern auch der einzelnen Komponenten. Dadurch soll eine »Intelligenz« des Stromnetzes erreicht werden.

In Europa hat bereits vor Jahren der Siegeszug der intelligenten, also smarten Systeme begonnen. Auch die Bundesregierung hält im Koalitionsvertrag 2018 fest: »Wir wollen mit Smart Grids und der Smart-Meter-Technologie eine nachhaltige Energieerzeugung und – versorgung sicher und bedarfsgerecht gestalten.«

Dabei geht es um einen intelligenten Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch, wodurch insbesondere die großen Schwankungen der erneuerbaren Energien automatisch ausgeglichen werden sollen. Intelligente Stromzähler beim Verbraucher, sogenannte Smart Meter, sollen die Elektrogeräte entsprechend der Situation im Netz an- und abschalten. Doch natürlich wird sich die Aufgabe eines Stromzählers auch künftig darauf beschränken, den Stromfluss zu messen. Die Intelligenz, auf der so große Hoffnungen ruhen, steckt, wenn überhaupt, in den Assistenzsystemen, die automatisch über die Stromversorgung entscheiden und das Energiemanagement beherrschen sollen.

Blackout-Szenario

Hierin liegt jedoch eine erhebliche Gefahr. Jede IT-Installation, die ferngewartet werden kann, lässt sich auch aus der Ferne sabotieren. Und wem es gelingt, durch die vernetzten Informations- und Kommunikationssysteme auf die

Stromversorgung zuzugreifen, der kann diese nach Belieben stören oder gänzlich die Steuerung übernehmen – flächendeckend.

Denn durch die erhebliche Vernetzung können Hacker etwa mehrere Kraftwerke gleichzeitig angreifen und mit viel weniger Aufwand einen viel größeren Schaden anrichten als früher – und das intelligente Stromnetz wird diese Entwicklung noch weiter begünstigen.

Smart Meter spielen dabei als mögliches Einfallstor eine zentrale Rolle, und Experten haben längst Schwachstellen darin gefunden. Nicht zuletzt durch die hohen Sicherheitsanforderungen des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und die fehlende Zulassung der sogenannten Gateways zwischen Netzbetreibern und Stromlieferanten wird die flächendeckende Einführung von Smart Metern hierzulande noch verzögert; aktuell ist der Beginn des Pflichteinbaus ab 2020 vorgesehen.

Derzeit werden zwar immer mehr moderne Messeinrichtungen eingebaut, und inzwischen stehen 43 Millionen klassischen Zählern bereits 7 Millionen elektronische Zähler gegenüber, die perspektivisch mit einer Kommunikationseinheit zum Smart Meter nachgerüstet werden können. Noch handelt es sich aber im Prinzip um alte Stromzähler in digitaler Form. Anders im Ausland, wo etwa Italien als Vorreiter auf die Smart-Meter-Technologie gesetzt hat – und Europa ist ja vernetzt.

Als der Schriftsteller Marc Elsberg 2012 seinem Roman *Blackout* genau dieses Szenario – einen gesamteuropäischen Blackout durch gehackte Smart Meter in Italien – zugrunde legte, hat er der europäischen Gesellschaft den Spiegel vorgehalten – und die Experten haben ihm reihenweise zugestanden, dass seine Recherchen solide, sein Szenario realistisch und die Bedrohung ernst ist.

Anfälligkeit durch Vernetzung

Marc Elsberg hat aufgeschreckt und zum Nachdenken animiert, denn längst kann man den Eindruck gewinnen, dass uns die Komplexität unserer Technisierung über den Kopf gewachsen ist und weiter wächst, dass zu viele Akteure mit ihren Technologien und Mechanismen unkontrollierbar geworden sind, dass wir das Überblickswissen verloren haben und niemand mehr in der

Lage ist, strategisch mit einem Blick für das Ganze zu agieren, das heißt, auch Risiken zu priorisieren und Lösungen mit flächendeckender Wirkung zu erkennen. Es ist leichter, über viele Jahre in vielen kleinen Schritten eine vernetzte Welt zu schaffen, als mit deren Wirkungen umzugehen und die Folgen von Eingriffen in das System abzusehen.

Auch und gerade politische Entscheidungen und gesetzgeberische Maßnahmen ignorieren immer wieder physikalische Gesetzmäßigkeiten sowie technische Wirkungszusammenhänge; dies beginnt bei reinen Willensentscheidungen wie dem Atomausstieg oder der Elektromobilität, ohne dass man vorher Lösungen für die Konsequenzen hätte, und reicht bis zum Ignorieren der Gefahren des vermehrten IT-Einsatzes und der extrem fortschreitenden Vernetzung sämtlicher Komponenten, in der Energieversorgung etwa bei der Einführung der Smart Meter.

Wir leben in einer Hochleistungsgesellschaft. Die Technologie hilft uns im Alltag und ermöglicht uns zahlreiche Annehmlichkeiten sowie einen Zugewinn an Komfort – aber die Bequemlichkeit geht oft zulasten der Sicherheit, und unsere Verwundbarkeit wächst exponentiell. Wir sichern uns so gut ab, wie wir es können – doch niemand weiß, ob das reicht. Eigentlich wäre ein echter »Plan B« erforderlich, der sagt, was zu tun ist, wenn dennoch etwas passiert.

Doch es ist noch gar nicht so lange her, da waren die Bedeutung des Stroms als »Lebens-Mittel« unserer Gesellschaft und unsere Abhängigkeit davon noch gar nicht in den Köpfen angekommen. Aber genau das ist ja das Problem: Wir entwickeln Dinge, die unser Verständnis übersteigen, weil jeder nur noch seinen eigenen kleinen Teilbereich sieht, aber niemand mehr das große Ganze überblickt und sich der vernetzten Abhängigkeiten bewusst ist. Doch genau aus den Vernetzungen und wechselseitigen Abhängigkeiten resultiert die Gefahr, dass Störungen sich über Systemgrenzen hinaus ausbreiten.

Um es noch etwas anschaulicher zu machen: Viele Netzwerke sind mit anderen Netzwerken verbunden und wechselseitig voneinander abhängig. Zum Beispiel liefert das Stromnetz die Energie für das Internet, über das wiederum die Infrastruktur der Energieerzeugung gesteuert wird. Fällt eines der beiden Netzwerke aus, fällt auch das andere aus; beide Netzwerke zusammen sind also wesentlich anfälliger, als wenn sie nicht aufeinander angewiesen wären. Dabei gelten gerade Stromversorgung und IT auch innerhalb der Kritischen Infrastrukturen als die zentralen Bereiche, von denen nahezu alle anderen Kritischen Infrastrukturen abhängen.

So führte ein Stromausfall in Frankfurt am Main Mitte April 2018, der auch den Internetknoten DE-CIX betraf, zu Einschränkungen des Internets. Denn DE-CIX ist nicht nur einer der weltweit wichtigsten Umschlagplätze für den Datenverkehr im Internet, sondern er hat mit mehr als 6 Terabit pro Sekunde den höchsten Datendurchsatz der Welt. Die Systeme dieses Internetknotens sind zwar über 21 verschiedene Rechenzentren in der ganzen Stadt verteilt, aber der Stromausfall in einem dieser Rechenzentren genügte – weil neben der Stromversorgung über das Netz auch die Notstromversorgung durch Dieselgeneratoren nicht mehr funktionierte und die mehrfach redundante Infrastruktur schlichtweg versagte.

Hacker-Angriffe auf die Stromversorgung

Ob Erpressung, Terror oder Krieg im World Wide Web: Cyberangriffe auf unterschiedlichste Systeme sind keine Einzelfälle mehr, sondern Dauerzustand. Es ist beispielsweise ernüchternd, sich einmal auf der Seite *www.sicherheitstacho.eu* die zigtausendfach pro Minute stattfindenden weltweiten Cyberangriffe auf die Honeypot-Infrastruktur der Deutschen Telekom in Echtzeit anzusehen.

Der erst Anfang 2018 der Öffentlichkeit bekannt gewordene große Cyberangriff auf die Bundesregierung war nicht der erste seiner Art – und er wird nicht der letzte bleiben. 2016 mussten in Neuss und Arnsberg nach Infektionen mit Verschlüsselungstrojanern die Computersysteme in den Krankenhäusern abgeschaltet werden. Und auch in der Energieversorgung sind Hacker-Angriffe längst angekommen.

Anfang 2014 haben sich die Stadtwerke Ettlingen für eine ungewöhnliche Sicherheitsmaßnahme entschieden: Sie ließen ein Team von Hackern auf ihre Anlagen los, die versuchen sollten, die Stromversorgung lahmzulegen. Es gelang.

Seitdem gibt es immer wieder Beispiele – auch für reale Vorfälle:

Im Jahr 2010 machte der Computerwurm *Stuxnet* von sich reden, der speziell zum Angriff auf ein System zur Überwachung und Steuerung (sogenanntes SCADA-System – Supervisory Control And Data Acquisition) entwickelt wurde, wie es unter anderem in Kraftwerken zum Einsatz kommt. Da vor allem Computer im Iran infiziert wurden und das iranische Atomprogramm gestört

wurde, vermutete man hier das Angriffsziel. Möglicherweise hat nur die Enttarnung des Programms und deren Bekanntmachung durch die Medien dazu geführt, dass es weder im Iran noch in einem der anderen Länder mit infizierten Anlagen – darunter Deutschland – zu einer größeren Sabotageattacke kam.

Mitte 2014 wurde bekannt, dass eine mindestens seit 2012 bekannte Hacker-Gruppe Kraftwerksleitstände, Öl-Pipeline-Pumpwerke und Steuerungszentralen von Stromnetzbetreibern angreift, um sie zu sabotieren – und auch tatsächlich in die Steuerungen etwa von Gaskraftwerken, Ölleitungen oder Windturbinen eingedrungen ist. Dazu hat sie sich eines Umwegs bedient und ist in die Systeme dreier europäischer Hersteller von Steuerungssoftware eingedrungen, auf deren Servern Updates der Software gegen mit der Angriffssoftware infizierte Versionen ausgetauscht wurden. So installierten Energiekonzerne, Ölfirmen und Infrastrukturanbieter selbst unfreiwillig Hintertüren in ihren Systemen. Über die Motive herrschte Unklarheit; es wurden beispielsweise Testläufe oder die Vorbereitung für einen komplexen Sabotageangriff vermutet. Etwa 7 Prozent der infizierten Systeme standen in Deutschland, Spanien war fast viermal so oft betroffen – das erklärt, warum hierzulande nicht allzu viel davon zu hören war, doch im europäischen Verbundnetz machen Standorte im Prinzip keinen Unterschied mehr.

Der 23. Dezember 2015 gilt als Wendepunkt von einer abstrakten Gefahr hin zu einer realen Bedrohung. Erstmals überhaupt meinten US-Sicherheitsbehörden, auf deren Berichte ich mich beziehe, einen tatsächlichen Hacker-Angriff auf die Stromversorgung mit daraus resultierendem Stromausfall nachvollzogen zu haben. Demnach passierte in Iwano-Frankiwsk in der Westukraine Folgendes:

Um in das IT-Netzwerk der Verwaltung dreier betroffener Stromversorger einzudringen, haben die Angreifer Microsoft-Excel- und – Word-Dokumente adressatengerecht gestaltet und mit der modifizierten Malware *BlackEnergy* versehen. Die manipulierten Office-Dokumente wurden als Phishing-E-Mails gezielt an Mitarbeiter der Verwaltung der Versorgerfirmen geschickt; wurden die Dokumente geöffnet, erschien eine Mitteilung, dass Makros im Dokument aktiviert werden müssen, und durch die Aktivierung wiederum wurde die Schadsoftware auf die Rechner geladen. BlackEnergy hatte dann die Aufgabe, automatisiert in die Systeme einzudringen und dem Angreifer deren Erkundung sowie den Download weiterer Schadsoftware zu ermöglichen.

Am Nachmittag des 23. Dezember 2015 schließlich, mitten im kalten Winter,

haben die Angreifer die Kontrolle über die Leitwartenrechner übernommen, die Leitwartenmitarbeiter aus dem System ausgesperrt und aus der Ferne zahlreiche Umspannstationen abgekoppelt. Die Mitarbeiter mussten zusehen, wie sich die Mauszeiger an ihren Computerbildschirmen selbstständig machten, auf Schalter klickten und letztlich 7 110-Kilovolt- sowie 23 35-Kilovolt-Umspannwerke vom Netz nahmen – die anschließend alle einzeln vor Ort wieder manuell in Gang gesetzt werden mussten.

Zudem erfolgte ein sogenannter telefonischer Denial-of-Service-(TDoS)Angriff auf die Callcenter der Energieversorger: Durch Tausende automatisch generierter Telefonanrufe waren die Callcenter nicht erreichbar, Kunden konnten ihre Ausfälle nicht melden, die Unternehmen blieben im Unklaren über deren Ausmaß. Bis die Verteilnetzbetreiber nach mehreren Stunden in der Lage waren, die abgekoppelten Anlagen wieder in Betrieb zu nehmen, hatten etwa 225000 Kunden in fast 300 Städten keinen Strom.

Und durch den Einsatz der Schadsoftware *KillDisk* wurde nicht nur das Wiederhochfahren der Systeme behindert, weil etwa die Boot-Dateien gelöscht wurden, sondern es wurden auch andere Daten wie Logdateien gelöscht, um die Spuren des Angriffs zu verwischen.

Eine weitere Cyberattacke auf ein ukrainisches Versorgungsunternehmen erfolgte Ende 2016, woraufhin im nördlichen Teil der Hauptstadt Kiew der Strom ausfiel. Da die Spuren diesmal nicht verwischt wurden, konnten Sicherheitsforscher die Schadsoftware untersuchen. Sie fanden heraus, dass die Malware gezielt für die in Umspannwerken gängigen ICS-Komponenten modifiziert worden war. Die Schadsoftware kommunizierte direkt und unter Einhaltung der üblichen Protokolle und Standards mit den gängigen Schaltern und Überspannungssicherungen verschiedener Hersteller und konnte so die entsprechenden Kommandos zur Manipulation der Komponenten übermitteln. Dass die Angreifer ihre Spuren nicht gelöscht haben, interpretierten Forscher im Nachgang als Machtdemonstration.

Skrupelloser gingen die Hacker bei ihrem Angriff auf ein Kraftwerk in Saudi-Arabien Ende 2017 vor. Das Ziel war wohl, die Anlage völlig zu zerstören – doch das Problem ist nicht nur das betroffene Kraftwerk, das durch eine versehentlich von der Malware ausgelöste Sicherheitsabschaltung noch glimpflich davonkam. Viel bedeutender ist, dass die Attacke über ein *Triconex*-Sicherheitssystem erfolgte, das auch in Hunderten deutschen Anlagen und weltweit über 13000-mal etwa in Öl- und Gaskraftwerken sowie Atomanlagen

im Einsatz ist. Und der *Triton*-Code, mit dem die Angreifer das Sicherheitssystem manipulieren konnten, wurde mittlerweile im Internet veröffentlicht. Ein Schelm, wer Böses dabei denkt.

Offenbar waren das nicht die einzigen bisherigen derartigen Fälle. Aber inzwischen besteht die Gewissheit, dass Hacker auch Europa lahmlegen ***können*** – wenn sie massiv mehrere wichtige Großkraftwerke gleichzeitig angreifen würden, wäre demnach ein Blackout mit einer 2- bis 3-wöchigen Dauer möglich, bis nach dem Wiederanlaufen das Netz wieder stabil läuft.

Ein österreichisches Forschungsinstitut hat zudem festgestellt, dass selbst ein Botnetz, das heißt ein Netzwerk infizierter Rechner, den Stromverbrauch vernetzter Geräte schneller beeinflussen könnte, als Stromnetze darauf reagieren könnten. Simulationen zufolge genügen maximal 10 Millionen Bots, die koordiniert den Stromverbrauch an- und abschwellen lassen, um Teile des europäischen Stromnetzes zusammenbrechen zu lassen – da bereits Botnetze im zweistelligen Millionenbereich gesichtet wurden, ist das keine unrealistische Größenordnung.

Interessen der Geheimdienste

Der Aufwand, den Attacken wie in der Ukraine erfordern, ist von rein kriminellen Strukturen kaum zu leisten. Zudem ist durchaus bekannt, dass Militärs und Nachrichtendienste ein Interesse an der Fähigkeit haben, Kritische Infrastrukturen angreifen zu können, wozu auch die Stromversorgung zählt. Dabei hält die westliche Welt ihre Energieversorgungseinrichtungen für ein explizites Ziel anderer Staaten.

Heute mögen solche Szenarien noch weit weg erscheinen. Doch die Cybereskalation zwischen den USA und Russland beispielsweise könnte mit katastrophalen Kollateralschäden und Infrastrukturausfällen in Europa enden – nicht zuletzt weil virtuelle Angriffe im Cyberspace längst einen NATO-Bündnisfall auslösen können, ohne dass eine formelle Kriegserklärung erfolgt sein muss.

Man darf beim Begriff Cyberkrieg nicht an Hollywood-Produktionen wie *Star Wars* denken – es ist viel banaler, denn das Herbeiführen eines Blackouts aus der Ferne geht schneller und ist einfacher, als die gleichen destabilisierenden Auswirkungen mit den konventionellen Mitteln der Kriegsführung zu erreichen.

Gezielte terroristische Anschläge

Die Infrastruktur der Stromversorgung besteht neben den Standorten der Stromerzeugung aus zahlreichen dezentralen Schaltanlagen, Umspannwerken und Transformatorenstationen sowie einem schier unendlichen Leitungsnetz. Außer den Strommasten und Leitungen sind alle Anlagen eingezäunt oder in Gebäuden untergebracht – und trotzdem nur bedingt geschützt, wobei die Gefährdung etwa der Freileitungsmasten aus Holz, die mit vergleichsweise geringem Aufwand durchgesägt werden können, noch wesentlich höher ist.

Die sogenannte Feuernacht 1961 in Südtirol hat beispielsweise gezeigt, wie gezielte sabotierende Angriffe gegen Kraftwerke, Umverteiler oder Strommasten zu überregionalen Stromausfällen führen können.

Heute sind Freiluftschaltanlagen und Stromleitungen nicht mehr nur Gefahren auf der Erde, sondern auch aus der Luft ausgesetzt. Man muss nicht gleich an einen elektromagnetischen Puls (EMP) oder einen Flugzeugeinsatz denken – schon eine der 1 Million Drohnen, die in Deutschland herumfliegen und sich je nach Bauart dafür missbrauchen lassen, würde genügen.

Dass die Gefahr terroristischer Anschläge auch auf die Stromversorgung steigt, gilt in Behördenkreisen als erwiesen. So hat erst im November 2017 eine groß angelegte Terrorübung mit 300 Beteiligten in Sachsen-Anhalt stattgefunden, zu deren Szenario auch ein großflächiger Ausfall der Stromversorgung gehörte.

Stromausfälle infolge eines Terroranschlages sind noch weitreichender als netzbedingte Ausfälle – weil echte, physische Schäden an der Infrastruktur vorliegen und die Wiederherstellung zerstörter Technik im Zweifelsfall eine längere Zeit inAnspruch nimmt.

Aktuelle Ereignisse

Erst im März 2018 fand ein politisch motivierter Anschlag in Berlin-Charlottenburg statt. Laut Bekennerschreiben hat eine linke »Vulkangruppe« dafür die Verantwortung übernommen. Ziel des Anschlags waren demnach Leitungen, die vom »Militär und seinen Dienstleistern, der Flugbereitschaft der Bundesregierung, der Verwaltung des Landes Berlin, Großkonzernen, Internet-Knotenpunktbetreibern und dem Flughafen Tegel« genutzt werden. Dazu wurde

in Charlottenburg unter der Mörschbrücke, die über den Westhafenkanal führt, an zwei je 4 Meter breiten Kabelsträngen Feuer gelegt, das zu einem Kabelbrand führte und acht 10000-Volt-Starkstromkabel einschließlich der Reservekabel beschädigt hat. Bis die Kabel Stunden später repariert werden konnten, waren etwa 6500 Haushalte und 400 Betriebe im Norden von Charlottenburg ohne Strom. Geht man von der publizierten Zielsetzung des Anschlags aus, wurden noch ganz andere Ausmaße angestrebt.

In ähnlicher Weise war – auch in Berlin – bereits im Jahr 2011 ein Anschlag erfolgt, der gemäß Bekennerschreiben ebenfalls dem linken Spektrum zugeordnet wurde. Hier erfolgte unter Verwendung eines Brandbeschleunigers ein Brandanschlag auf eine Kabelbrücke der Bahn am Bahnhof Ostkreuz – wo so viele wichtige Versorgungs- und Kommunikationsleitungen oberirdisch verlaufen wie an kaum einem anderen Ort in Berlin. Neben den Stromleitungen der Bahn wurden auch Glasfaserkabel zerstört, wodurch auch Telefonnetze und Internetverbindungen zusammenbrachen; zudem konnten S-Bahnen und Regionalzüge nicht mehr fahren, ein großer Teil des Nahverkehrs kollabierte.

Doch solche Anschläge sind kein reines Berliner Phänomen. Immer wieder verüben extremistische Gruppen Brandanschläge, immer wieder ist etwa die Deutsche Bahn das Ziel. Erst im Juni 2017 wurden – knapp 3 Wochen vor dem G-20 Gipfel in Hamburg – an dreizehn Orten in mehreren Bundesländern Feuer in Bahnanlagen gelegt, die vor allem Kabel an Bahnstrecken beschädigen sollten. Hier fielen zwar »nur« zahlreiche Züge aus – aber die Gefahr, die von politisch oder terroristisch motivierten Anschlägen auf Kritische Infrastrukturen ausgeht, wird deutlich.

Teil 3

Vorsorge

Vorüberlegungen

Wir können uns die Auswirkungen eines (längeren) Infrastrukturausfalls nicht vorstellen. Um sich überhaupt bewusst zu machen, welche Geräte alle am Strom hängen, kann man einfach mal die Sicherungen ausschalten und beobachten, was dann alles nicht mehr geht. Wenn der Strom schließlich auch noch bei öffentlichen Versorgern, Providern und Sendern ausfällt, sehen unsere Häuser und Wohnungen üblicherweise so aus:

- kein Licht
- kein Telefon, kein Handy, kein Computer, kein Internet, kein TV, kein Radio
- keine »smarte« Technik
- keine Küchen- und Haushaltsgeräte
- keine Apparate im Badezimmer (mit Ausnahme der aufladbaren Geräte, solange die Akkus halten)
- keine Haustechnik (beispielsweise kein Wasser und keine Toilettenspülung mehr, sobald Leitungen und Spülkasten leer sind)
- keine Heizung
- kein Elektrowerkzeug
- und so weiter

Überlegen Sie doch einmal:

- Was würden Sie nach 4 Stunden »ohne« machen? Was nach 12 Stunden? Was nach 36?
- Was bedeutet es für Sie, wenn Sie 1 oder 2 Wochen lang nicht bekommen, was Sie brauchen?
- Oder auch: Was würden Sie für einen 1- bis 2-wöchigen Campingurlaub benötigen? Damit kommt man dem Szenario schon ein ganzes Stück näher – wobei Camper, Angler oder Jäger ohnehin mit vielen Fragestellungen vertraut sind, um die es nachfolgend gehen wird.

Grundsätzlich ist übrigens ein Wohnwagen auch unter Vorsorgegesichtspunkten eine sinnvolle Anschaffung, weil er viel von dem enthält, was man im Fall der Fälle braucht, und – etwa in Verbindung mit einem Solardach, einer Handpumpe für Frischwasser und einigen Gasflaschen – eine Zeit lang ein mehr oder weniger autarkes, standortunabhängiges Leben ermöglicht. Die Angemessenheit einer solchen Investition ist eine andere Frage.

Staatliche vs. private Perspektive

Hatten Sie schon einmal bei einem Arztbesuch das Gefühl, dass Ihre Beschwerden oder die Beschwerden der Person, um die Sie sich gesorgt haben, von dem Arzt nicht ausreichend ernst genommen oder abgetan wurden? Vielleicht hatten Sie sich sogar selbst informiert und eine gefährliche oder seltene Erkrankung für möglich gehalten? Aus Ihrer Sicht ging es um jemanden, der Ihnen wichtig war beziehungsweise ist, und das Wichtigste in der betreffenden Situation war, dass dieser Person geholfen wird und nichts Schlimmeres passiert. Das war Ihre ***subjektive*** Sicht.

Aus Sicht des Arztes stellte sich die Situation ganz anders dar: Natürlich ist auch er bemüht, seinen Patienten zu helfen, aber er darf nicht das Problem jedes Patienten zu seinem eigenen Problem machen. Und von den zigtausenden Patienten, die er in seinem Berufsleben sieht, hat ein Großteil die Standardkrankheiten, die nach »Schema F« behandelbar sind. Angesichts dieser Masse war es ***objektiv*** unwahrscheinlich, dass gerade in der betreffenden Situation ein Extremfall vor ihm steht.

Ähnlich ist es mit Blick auf den Katastrophenfall: Ich unterstelle, dass der Staat bemüht ist, jedem Menschen zu helfen – für die Helfer im Rettungswesen gilt das ganz bestimmt. Aber der Staat betreibt Katastrophenschutz für die Masse, er sieht die Gesamtheit der Bevölkerung und rechnet in Zahlen und Prozentsätzen; dabei sind Einzelschäden verschwindend gering, und eine bestimmte Verlustquote ist kaum zu verhindern. ***Objektiv*** ist es äußerst unwahrscheinlich, dass Sie oder ich zu den (Todes-)Opfern einer Katastrophe zählen.

Für den Einzelnen ist es jedoch kein Trost, nach der Statistik eher weniger gefährdet zu sein, denn für Sie oder mich würde der eigene Tod oder der eines engen Angehörigen eine ***absolute*** Katastrophe bedeuten, die es unbedingt zu

vermeiden gilt. Deshalb schließen wir Versicherungen für Fälle ab, die so selten sind, dass die Versicherer damit gutes Geld verdienen; wenn es zu einem Autounfall, zu einem Wohnungseinbruch oder einem Hausbrand kommt, ist das Schadensausmaß so groß, dass es uns trotz des eigenen Überlebens ruinieren würde. Das ***subjektive*** Risiko, das es zu vermeiden gilt, ist der Grund, warum viele Menschen nicht als Prozentsatz einer Risikoquote enden wollen, sondern privat individuelle Krisenvorsorge betreiben.

Private Vorsorge

Tatsächlich setzt aber auch der Staat darauf, dass jedermann in einem bestimmten Umfang selbst Vorsorge betreibt – gerade weil der Staat weiß, dass er nicht schnell genug und nicht umfassend genug helfen kann, damit es keine Opfer gibt.

Im *Musternotfallplan »Stromausfall – Handlungsempfehlungen zur Vorbereitung auf einen flächendeckenden und langanhaltenden Stromausfall«* des Regierungspräsidiums Karlsruhe heißt es beispielsweise: »Bei einem langanhaltenden und flächendeckenden Stromausfall kann aufgrund der enormen Anforderungen und der nur begrenzt vorhandenen personellen und materiellen Ressourcen keine umfassende staatliche Fürsorge betrieben werden. Deshalb müssen sich sowohl die Bevölkerung als auch Betriebe eigenverantwortlich auf derartige Ereignisse vorbereiten.«

Und der Österreichische Städtebund formuliert: »Das Subsidiaritätsprinzip besagt, dass die einzelne, unmittelbarste Gemeinschaft möglichst viel Eigenverantwortung übernehmen soll und nur, wenn es Aufgaben alleine nicht mehr erfüllen kann, auf die Hilfe der größeren Gemeinschaft zurückgreifen kann.«

Das heißt, die erste Ebene sind die Bürger selbst, dann ihr unmittelbares örtliches Umfeld. Die lokale Eigenvorsorge und – bevorratung der Bevölkerung wird durch den staatlichen Krisen- und Katastrophenschutz nur unterstützt und ergänzt. Und selbst wenn es unrealistisch ist, dass die Masse der Bevölkerung ***umfassend*** vorsorgen kann: Jede Maßnahme ist besser als keine Maßnahme, und jede Stunde, die man investiert, reduziert die Hilflosigkeit.

Staatlicher Katastrophenschutz

Grundsätzlich gibt es staatliche Vorkehrungen für den Katastrophenfall – aber die sind für Einzelereignisse wie ein Hochwasser oder einen ***regionalen*** Stromausfall gedacht und nicht für einen großflächigen Stillstand. Zudem zielt die staatliche Zivilschutzplanung beispielsweise mit Treibstoff- und Ernährungsreserven auf einen Kriegsfall ab und setzt einen Grad an Mobilität und Logistik voraus, der die Verteilung zentral eingelagerter Vorräte erlaubt – was bei einem Blackout ebenfalls kaum möglich ist, wie ich noch zeigen werde. Aus diesem Grund kann bei einem flächendeckenden Stromausfall auch nicht mit Hilfe von außen gerechnet werden – ganz einfach, weil die Nachbarregionen ebenfalls betroffen sind und auch dort alle verfügbaren Ressourcen benötigt werden.

Doch nicht nur deshalb muss die lokale Ebene mit ihren eigenen Mitteln auskommen. Vielmehr führt auch der Ausfall der technischen Kommunikationsmöglichkeiten – Telefon, Mobilfunk, Internet – dazu, dass die Gesellschaft in Kleinststrukturen zerfällt. An erster Stelle steht der persönliche, familiäre Bereich, der vorbereitet und handlungsfähig sein muss, auch um überhaupt außerhalb der eigenen vier Wände einen Beitrag leisten zu können. Auf die Bedeutung einer intakten Nachbarschaft gehe ich in diesem Buch ebenfalls ein.

Die unterste ***organisatorische*** Ebene ist die Gemeindeebene, die spätestens dann funktionieren muss, wenn Teilen der Bevölkerung Lebensmittel, Trinkwasser oder die Heizmöglichkeiten ausgehen und sie in Notunterkünften untergebracht werden müssen. Allerdings tritt dann schon das nächste Problem auf, denn Deutschland erfüllt nicht einmal den NATO-Standard, für 2 Prozent der Bevölkerung Betreuungsplätze vorzuhalten. Unser eigenes Ziel lautet 1 Prozent, und das zeigt schon, dass die Kapazitäten großflächigen Ereignissen nicht gerecht werden können.

Zudem geht es auch um die Phase ***nach*** dem Stromausfall, bis eine weitgehende Normalität wiederhergestellt ist. Denn bis zur Wiederherstellung der weiteren Infrastrukturbereiche und einer funktionierenden Versorgung aller Lebensbereiche dauert es einige Zeit.

Ablauf eines Blackouts

Phase 1: Vorbereitung

Das ist die Phase vor einem Blackout. Also JETZT!

Wenn Sie meinen Eindruck teilen, wonach die Wahrscheinlichkeit, dass es ***nicht*** zu einem Blackout kommt, geringer ist, als dass einer der vielen geschilderten Faktoren zum Tragen kommt und zu einem Blackout führt, dann ist das jetzt die Phase für Ihre Vorbereitung.

Mit diesem Buch möchte ich Ihnen ein Grundgerüst an Hintergrundwissen und Vorsorgemaßnahmen an die Hand geben, das Sie in die Lage versetzt, Ihren individuellen Bedarf zu analysieren und Schritt für Schritt im Rahmen des Möglichen anhand Ihrer persönlichen Bedürfnisse für sich und Ihre Familie vorzusorgen – damit Sie nicht im Fall der Fälle auf das beschränkt sind, was Sie vielleicht noch bekommen können, sondern in dieser Situation nicht völlig unvorbereitet sind. Dafür ist es wichtig zu wissen, was möglich ist und was passiert!

Phase 2: Stromausfall

Das ist die Phase während des Stromausfalls. Den Unterschied zwischen einem einfachen Stromausfall und einem Blackout habe ich bereits erläutert. Jetzt geht es um den Fall, dass Sie aus dem Fenster schauen und feststellen, dass ***niemand*** mehr Strom hat – und auch weder Mobilfunk noch Internet auf Ihrem Handy funktionieren.

Vorweg: Sofern nicht unmittelbar vor einem Totalausfall als Vorboten kurzzeitige Spannungsabsenkungen auftreten, passiert ein Stromausfall innerhalb von Sekunden und ohne Vorwarnung. Ob sich auch eine Großstörung innerhalb von Sekunden über große Teile Europas ausbreiten oder ob das europäische Stromversorgungssystem in Teilsegmente zerfallen würde, ist unter Experten umstritten. Klar ist jedoch, dass ein Störfall in Portugal auch

Auswirkungen in Estland haben kann und umgekehrt.

Klar ist ebenfalls, dass nach dem Stromausfall nicht viel Zeit bleibt, um das Netz wieder zu stabilisieren. Mangels Erfahrungen mit einem europaweiten Blackout gibt es unterschiedliche Schätzungen, welche Ausfalldauer wie viel Zeit bedingt, bis der Strom wieder da ist; auf vorgenannter CP-Konferenz sagte einer der Experten, wenn ein Stromausfall beginne, habe man 30 bis maximal 120 Minuten Vorlaufzeit, sonst werde es ein 2-, 7- oder 14-Tage-Szenario. Andernorts ist aus Insiderkreisen zu hören, wenn nicht innerhalb von 24 Stunden eine Stabilisierung erfolge, werde der Stromausfall mehrere Tage dauern. Ganz genau kann es niemand sagen, aber Kern der Aussage ist: Wenn nicht innerhalb einer bestimmten Anzahl von Stunden die Stromversorgung wieder steht, zieht es mindestens mehrere Tage andauernde Folgen nach sich.

Dabei geht es nicht nur um das Stromnetz, sondern darum, dass parallel ein Großteil der lebenswichtigen Kritischen Infrastrukturen ebenfalls ausfallen – und deren Wiederherstellung kann wesentlich länger dauern als die Wiederherstellung der Stromversorgung.

Schwarzstartfähige Kraftwerke

Dabei ist selbst das Wiederanfahren der Stromversorgung schon eine Herausforderung für sich.

Bei einem Blackout sind nicht nur die Stromleitungen, sondern auch die Kraftwerke ohne Strom, denn ab einer bestimmten Frequenzabweichung vom Sollwert (50 Hertz) schalten sie sich aus Sicherheitsgründen ab, um physische Schäden an den Anlagen zu verhindern. Doch ein Kraftwerk schaltet man nicht einfach so wieder ein und ein komplettes Stromnetz schon gar nicht.

Bei einem europaweiten Blackout muss sich jedes Land anfangs wieder selbst versorgen; zunächst werden Teilnetze gebildet, erst dann werden stabile lokale Netze wieder zusammengeschlossen.

Die meisten Kraftwerke können allerdings nicht mehr von selbst hochfahren, sondern benötigen zum Starten Strom sowie eine Frequenzvorgabe von 50 Hertz. Dazu dienen besondere, sogenannte schwarzstartfähige Kraftwerke, die sich nach einem Netzzusammenbruch beziehungsweise Wegfall der Netzfrequenz erst aus eigener Kraft selbst hochfahren, dann mit ihrem produzierten Strom nach und nach weitere Kraftwerke und so schließlich das

gesamte Stromsystem wieder auf die Beine bringen.

Schwarzstartfähige Kraftwerke brauchen vergleichsweise wenig Strom zum Neustart und sind nicht auf externen Netzstrom angewiesen, sondern stellen den Eigenbedarf für den Wiederanlauf selbst bereit. Sie sind neben dem Netzparallelbetrieb auch für den Inselbetrieb ausgelegt sowie im Inselbetrieb regelbar und vertragen sukzessive Lastzuschaltungen.

Schwarzstartfähige Kraftwerke werden explizit unter Vertrag genommen, um im Fall der Fälle das Stromnetz wieder hochfahren zu können. Für einen Schwarzstart eignen sich etwa Wasser-, Pumpspeicher- und Gaskraftwerke, die binnen kürzester Zeit gestartet werden können, um Strom zu produzieren. Ihre Leistung ist ausreichend, um nicht schwarzstartfähige Kraftwerke wieder hochzufahren und erste Versorgungsinseln aufzubauen; von dort aus wird weitere Spannung verteilt, sodass sich das Netz nach und nach wieder aufbauen kann.

Allerdings bergen die Resynchronisierung mit dem Netz und das Zusammenschalten der Netzinseln die Gefahr, dass mögliche Fehlschaltungen zu einem erneuten Totalausfall des bereits wieder funktionierenden und verbundenen Netzgebietes führen – und es ist nicht nur ein äußerst komplexer, sondern auch ein langwieriger Vorgang: Je nach Größenordnung des Blackouts kann es Tage oder auch Wochen dauern, bis das Netz wieder stabil läuft.

Beispiele schwarzstartfähiger Kraftwerke sind das Gasturbinenkraftwerk Thyrow in Brandenburg oder die Pumpspeicherkraftwerke Goldisthal in Thüringen und Markersbach in Sachsen. In Deutschland gibt es laut Bundesnetzagentur 120 schwarzstartfähige Kraftwerksblöcke mit einer Leistung von 9,7 Gigawatt, die teils aktiv für den Strommarkt produzieren, teils stillgelegt sind und in Reserve gehalten werden. In Österreich und in der Schweiz gibt es jeweils nur einige wenige schwarzstartfähige Kraftwerke. Allerdings ist ein koordinierter Schwarzstart mit 120 Kraftwerken wesentlich anspruchsvoller als mit einer Handvoll Kraftwerken.

Sonderfall Kernkraftwerke

Als Absicherung gegen externe Stromausfälle haben Kernkraftwerke in Deutschland mindestens zwei netzseitige Versorgungsmöglichkeiten. Bei einem Netzausfall erfolgt zudem ein automatischer Lastabwurf, das Kernkraftwerk

wird vom Netz abgeschaltet und auf den Eigenbedarf herabgefahren, das heißt, es produziert nur noch den Strom, den es selbst braucht. Wenn diese Einspeisewege allesamt ausfallen, greift als dritte Ebene das redundante Notstromsystem ein; hier springt beispielsweise erst für 72 Stunden ein Dieselgenerator an, und danach hält eine Batterieanlage bis zu 1 Woche lang die Stromversorgung aufrecht. Manche nicht schwarzstartfähige Kraftwerke wie Kernkraftwerke haben aus Sicherheitsgründen auch eigene schwarzstartfähige Einheiten, etwa in Form von Gasturbinen.

Die Mehrfachabsicherung hat einen guten Grund: Abgeschaltete Kernkraftwerke erzeugen zwar weniger Nachwärme; aber auch dann, wenn sie keine Energie mehr produzieren, brauchen sie selbst noch massiv Strom zur Aufrechterhaltung der Kühlung der Brennstäbe. Ohne Strom verdampft das Kühlwasser, der Reaktor überhitzt, es kommt zur Kernschmelze. Im Prinzip ist das in Fukushima 2011 passiert: Das Problem war nicht das Erdbeben, sondern der Ausfall der meisten Notstrom-Dieselgeneratoren.

Noch tragischer sind die Hintergründe der Nuklearkatastrophe von Tschernobyl 1986, denn dieses Unglück entstand gerade deshalb, weil das Beherrschen eines Kernreaktors bei einem vollständigen Stromausfall geübt wurde. Während dieser Übung kam es zu einem unkontrollierten Leistungsanstieg, der zum Brand und zur Explosion des Reaktors führte.

Phase 3: Infrastrukturausfall

Das ist die Phase des nachwirkenden Infrastrukturausfalls. Die Stromversorgung ist zumindest teilweise wiederhergestellt, wird aber aufgrund der Strommangellage immer wieder abgeschaltet, bis die Versorgung kontinuierlich sichergestellt ist – und Strom ist so lange möglicherweise nur einige Stunden am Tag verfügbar. Andere Infrastrukturbereiche funktionieren im Zweifelsfall noch viel eingeschränkter. Von gesellschaftlicher Normalität kann keine Rede sein.

Es wird auch noch eine Weile dauern, bis Duschen oder Haareföhnen, Wäschewaschen oder Handyaufladen nicht mehr nach der Stromverfügbarkeit geplant werden muss. Doch auch die anderen Infrastrukturbereiche brauchen für den Wiederaufbau ihrer Systeme eine weitgehend stabile und verlässliche Stromversorgung.

Das betrifft ganz besonders die Telekommunikationsverbindungen und das

Internet, aber auch die Prioritätensetzung bei der Nutzung der verfügbaren Infrastruktur. Hat etwa Güterverkehr Vorrang vor Personenverkehr? Ohne eine funktionierende Logistik gibt es auch keinen Warenfluss, doch bei der Lebensmittelproduktion beispielsweise dürften deren spezifische Vorlaufzeiten das viel größere Problem sein. Oder wussten Sie, dass bei Kläranlagen erst wieder eine biologische Stufe aufgebaut werden muss?

Wie lange diese Phase dauert, lässt sich kaum abschätzen und unterscheidet sich je nach betroffener Infrastruktur; teils sind es Tage, teils Wochen oder gar Monate, bis alle Abläufe wieder synchronisiert sind. Diese Phase wird deshalb zur eigentlichen Belastungsprobe für das gesellschaftliche Leben und den wirtschaftlichen Wiederaufbau.

Allein die heutige Abhängigkeit der Wirtschaft von E-Commerce, Onlinegeschäften, Kreditkartenzahlungen oder der Vernetzung von Firmenstandorten zeigt das Problem. Dies konnte man auch bei einem Stromausfall im Wolfsburger Volkswagen-Kraftwerk 2014 sehen: Es stoppten nicht nur die Bänder in der Fabrik, sondern auch die Internetauftritte des Autobauers gingen rund um den Globus vom Netz, und der globale E-Mail-Verkehr wurde beeinträchtigt.

Phase 4: Nachbereitung

Nach dem Spiel ist vor dem Spiel, heißt es im Fußball. Und nach dem Blackout ist vor dem Blackout.

Das ist die Phase nach einem Blackout. Während des Blackouts haben Sie praktisch erlebt, wo Ihre Vorsorge gehakt hat. Jetzt stellt sich die Frage, was man für den nächsten Notfall besser machen kann. Oder warum meinen Sie, dass es – ob aus dem gleichen oder einem anderen Anlass – nicht bald den nächsten Ausfall gibt?

Folgen eines Blackouts

Im Zuge eines großflächigen und lang andauernden Stromausfalls fallen nacheinander auch so gut wie alle anderen stromabhängigen Infrastrukturen aus oder stehen nur noch eingeschränkt zur Verfügung.

Dabei ist zwischen lebenswichtigen Infrastrukturen und solchen Einrichtungen zu unterscheiden, die unser Leben angenehmer machen, aber nicht zwangsweise zum Überleben erforderlich sind. Die Definition der Kritischen Infrastrukturen ist in den meisten Fällen zur Abgrenzung geeignet, aber auch einige der definitionsgemäß Kritischen Infrastrukturen sind im Krisenfall durchaus von nachrangiger Bedeutung, etwa Kulturgut und symbolträchtige Bauwerke. Während technische Infrastrukturen in aller Regel Kritische Infrastrukturen darstellen, sind soziale Infrastrukturen wie Sport- und Freizeitanlagen oder auch Bildungseinrichtungen im Worst Case zumindest nicht kurzfristig überlebenswichtig.

In Deutschland haben sich die Ressorts auf Bundesebene 2003 auf folgende Definition geeinigt: »Kritische Infrastrukturen (KRITIS) sind Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.«

Bund und Länder haben sich auch auf eine einheitliche Einteilung der Kritischen Infrastrukturen in neun Sektoren verständigt; darüber hinaus einigten sich die Bundesressorts auf eine für die Bundesebene einheitliche Struktur von dreißig Branchen. Der Nachvollziehbarkeit halber gliedere ich die Problembereiche bei einem Blackout nachfolgend anhand der KRITIS-Sektoren.

Energie:

Elektrizität, Mineralöl, Gas

Bedeutung: Licht, Heizung und Klimaanlage sowie Haushaltsgeräte und Werkzeuge funktionieren nicht mehr. Es stellt sich die Frage nach Ersatzgeräten, die keinen Strom benötigen, sowie gegebenenfalls nach einer Ersatzstromversorgung.

Licht

Wir brauchen 10 Prozent unserer Energie für die Beleuchtung. Fällt der Strom aus, wird es dunkel, nicht nur in den Wohnungen und Häusern, sondern auch auf den Straßen. Straßenlampen, Schaufenster und Werbetafeln erlöschen. Sofern Menschen auf den Straßen unterwegs sind, spenden höchstens die Scheinwerfer ihrer Fahrzeuge oder der Schein ihrer Taschenlampen noch etwas Licht – sowie gegebenenfalls der Mond.

Die Auswirkungen betreffen primär den Abend sowie die Nacht und die Winterzeit mehr als die Sommerzeit. Die meisten Menschen dürften – und sollten – zu Hause bleiben. Durch die Verwendung offener Flammen für Ersatzbeleuchtung und – kochmöglichkeit steigt das Brandrisiko.

Vorsorge-TIPP!

Als Ersatzbeleuchtung eignen sich zum Beispiel

- Taschenlampen: Davon sollte es in jeder Wohnung mehrere geben, die so an verschiedenen Stellen platziert sind, dass man sie auch im Dunkeln schnell und leicht findet; außerdem sollten ausreichend Ersatzbatterien und Ersatzbirnen bevorratet werden.
- Campinglampen/-laternen: Vom Prinzip her handelt es sich um Taschenlampen, die an der Zimmerdecke aufgehängt werden können und den Raum erhellen.
- spezielle LEDs: Es gibt sowohl batteriebetriebene Lampen mit einem Bewegungsmelder als auch solche, die in der Steckdose stecken, dadurch von selbst den Netzausfall bemerken und dann zu leuchten beginnen.
- Solarlampen: Diese haben einen integrierten Akku, der am Tag wieder aufgeladen werden kann.
- Petroleum-, Öl-, Kerosin- oder Benzinlampen/-laternen: Es gibt Lampen und Laternen mit den verschiedensten Brennstoffen; als Klassiker gilt die einfache Petroleum-Sturmlaterne, die auch beispielsweise mit Alkan (Paraffinöl) befüllt werden kann;

wichtig ist stets, auch die notwendigen Brennstoffe sowie Ersatz- und Verschleißteile zu bevorraten, ganz besonders bei weniger gängigen Produkten.

- Gaslampen/-laternen: Diese verbrennen Gas, zum Beispiel aus kleinen Kartuschen; in Verbindung mit einem Glüh-strumpf kann die Leuchtwirkung einer Gasflamme erhöht werden.
- Teelichter, Grablichter und Kerzen: Am längsten brennen dicke Stumpenkerzen, in Sturmlaternen sind sie windgeschützt; zum Anzünden sind Streichhölzer oder Feuerzeuge unverzichtbar.
- Outdoor-Streichhölzer oder Sturm-/Benzinfeuerzeuge: Sie eignen sich auch für den Außenbereich; sinnvollerweise sollten für Feuerzeuge Ersatzbenzin und eventuell Feuersteine bevorratet werden.
- Schwedenfeuer und Fackeln: Diese können ebenfalls im Außenbereich eingesetzt werden, allerdings ist die erhöhte Brandgefahr zu beachten.
- Knicklichter: Diese Leuchtstäbe beginnen zu leuchten, wenn man sie knickt; es handelt sich um Einmalprodukte, die insbesondere als Notlösung geeignet sind.

Zur eigenen Sicherheit müssen Stolperfallen stets aus dem Weg geräumt werden.

Heizung

Dass Lüftungs- und Klimaanlagen sowie Elektroheizungen Strom benötigen, ist meist offensichtlich – doch auch die meisten sonstigen Heizungen funktionieren ohne den Strom nicht, der beispielsweise elektronische Regelung, automatische Brennstoffzufuhr, Sicherheitseinrichtungen oder Umwälzpumpen antreibt.

Ob Öl-, Gas-, Pelletheizung oder Fernwärme: Letztlich brauchen alle Formen der Zentralheizung an irgendeiner Stelle Strom, ob für den Transport des Brennstoffs zum Brenner, den Betrieb des Brenners selbst oder die Umwälzpumpe für den Heizkreislauf und natürlich die elektronische Steuerung.

Wenn das Haus oder die Wohnung nicht gerade über eine Holz- oder Kohleheizung ohne Pumpe beheizt werden kann, kühlt der Wohnbereich ruckzuck aus. Bei Minustemperaturen müssen unbedingt die Rohrleitungen isoliert beziehungsweise entleert werden, damit sie nicht durch gefrierendes Wasser platzen.

Vorsorge-TIPP!

Natürlich: Ein Stromerzeuger im Heizraum, vom Elektriker installiert, kann den Weiterbetrieb der Heizung sicherstellen – aber nur solange der Treibstoff reicht. Dazu später mehr. Doch

da die Dauer eines Blackouts nicht absehbar ist, müssen Sie über Alternativen nachdenken.

Vorweg: Isolierte Räume lassen sich wirksamer heizen als zugige, kleine Räume besser als große, und wenn keine ordentliche Heizung zur Verfügung steht, ist ein einzelner Raum besser warm zu halten als eine ganze Wohnung. Sinnvoll ist es, einen Raum auszuwählen, der auch von der Sonnenwärme profitieren kann.

Als Ersatzheizung – je nach Gerät eventuell sogar zugleich als Ersatzkochgelegenheit – eignen sich zum Beispiel

- Kamine/Öfen: Die beste Ersatzheizung ist eine richtige Heizung in Form eines fest eingebauten Kamins oder Ofens mit Rauchabzug, der mit Holz, Briketts oder Kohle befeuert wird und ohne Heizungspumpe auskommt (und gegebenenfalls sogar noch eine Kochmöglichkeit enthält).
- Ölöfen: Sie sind auch zur dauerhaften Beheizung weitverbreitet und können überall dort eingesetzt werden, wo ein Rauchabzug vorhanden ist.
- Petroleumöfen und – heizgeräte: Der Vorteil von Petroleum besteht darin, dass kein Rauchabzug erforderlich ist und – wenn die Dimensionierung von Raumgröße und Modell passt – auch keine Frischluftzufuhr gegeben sein muss, zumal gute Geräte Sauerstoffmangelsicherungen enthalten; wird anstelle von normalem Petroleum beispielsweise hochreines Paraffinöl, das Alkan, benutzt, entsteht weder Ruß noch eine Geruchsbelästigung.
- Ethanolkamine: Diese dienen zwar eigentlich eher der Optik, erzielen aber dennoch eine gewisse Heizleistung.
- Gasheizstrahler: Aus dem Camping bekannt und mit Kartuschen betrieben, können Gasstrahler ihre unmittelbare Umgebung gut wärmen; als Katalytofen oder Strahleraufsatz für Gasflaschen erzielen sie eine enorme Heizwirkung.
- Blumentopf- beziehungsweise Teelichtöfen: Im Prinzip handelt es sich um umgedrehte Blumentöpfe oder Schalen aus Ton/Lehm, unter die Rechaud-Kerzen/Teelichter gestellt werden, wodurch das Gefäß erwärmt wird, die Wärme speichert und sie in begrenztem Umfang abstrahlt.
- Aufenthaltsbereich: Damit solche Wärmequellen überhaupt eine Wirkung entfalten können, muss der umgebende Bereich so klein wie möglich sein; man kann beispielsweise einen Raum mit Kartons verkleinern und mit Wolldecken oder dicken Vorhängen rundum isolieren; man kann eine Höhle bauen, indem man einen Tisch mit Decken verhüllt, oder auch ein Zelt innerhalb des Hauses aufstellen – dann macht sich sogar Körperwärme schon bemerkbar, die mit ungefähr 120 Watt pro Person abgegeben wird.
- Textilien: Ist keine oder nur eine eingeschränkte Beheizung vorhanden, helfen warme Kleidung, Decken oder Schlafsäcke, warm zu bleiben.
- Pflastersteine: Das alte Hausmittel, Pflastersteine ins Feuer zu legen und, wenn sie glühen, in dicke Handtücher einzuwickeln, dient dazu, damit kalte Betten zu wärmen – oder kleinste Räume, in die sie abstrahlen.

Es versteht sich von selbst, dass – egal für welchen Brennstoff Sie sich entscheiden – davon ein entsprechender Vorrat vorhanden sein muss, möglichst für wenigstens 2 Wochen. Das Gleiche gilt beispielsweise für Starterbatterien oder sonstige Ersatz- und Verschleißteile.

Zur eigenen Sicherheit, insbesondere aufgrund der Gefahr von Feuer, Rauch- und Kohlenmonoxidvergiftungen, darf nicht versucht werden, im Wohnbereich mit einem Grill oder offenem Feuer zu heizen. Ebenso ist auf defekte Öfen, Kamine, Heizstrahler und Rauchabzüge zu achten. Kohlenmonoxid entsteht, wenn bei Verbrennungsvorgängen keine ausreichende Frischluftzufuhr besteht; eine Vergiftung mit dem geruchlosen und reizfreien Gas lässt den Atem stillstehen. Allerdings können auch die gepressten Späne in Holzpellets Kohlenmonoxid freisetzen; deshalb sollte man nicht mehr als einen Sack frischer Pellets in einem Raum aufbewahren.

Sonstige Geräte

Smarte Technik funktioniert nicht mehr. Das betrifft auch elektrische Rollladenantriebe, elektronische Schließanlagen oder elektrische Garagentore – sie können offen oder geschlossen oder mitten in der Bewegung stehen geblieben sein.

Auch alle anderen Geräte sind im Betrieb ausgefallen – und müssen unbedingt manuell abgeschaltet werden, damit sie nicht bei der Wiederkehr des Stromnetzes automatisch wieder in Betrieb gehen, wodurch es zu Überspannung beziehungsweise Spannungsspitzen kommen kann, die zu Geräteschäden führen können, oder dazu, dass Herdplatten oder Bügeleisen unbeobachtet heiß werden und die Brandgefahr steigt. Ähnliches gilt beispielsweise für Bohrmaschinen und Kreissägen.

Vorsorge-TIPP!

Ich halte eine vierstufige Strategie für sinnvoll:

1. Reduzieren Sie Ihren Strombedarf auf ein Minimum. Selbst wenn der Strom phasenweise wiederkommt oder Sie die Möglichkeit haben, andere Stromquellen zu nutzen: Vermeiden Sie unnötigen Stromverbrauch, sparen Sie eventuelle Stromreserven und trainieren Sie, mit dem Nötigsten auszukommen.
2. Schaffen Sie Geräte an, die ihre Funktion ohne Strom erfüllen. Dazu bieten sich entweder alte mechanische Geräte (zum Beispiel eine Kaffeemühle oder eine Brotschneidemaschine mit Handkurbel) oder moderne, explizit stromlos entwickelte Geräte (zum Beispiel ein Kurbelradio, eine Kurbeltaschenlampe oder eine Waschmaschine mit Tretmechanismus) an. Auch zahlreiche Werkzeuge erfüllen mit Handkraft ihre Aufgaben genauso gut wie mit elektrischer Unterstützung (zum Beispiel Handbohrmaschinen, Handpumpen oder Seilzüge).
3. Schaffen Sie Geräte an, die mit Einwegbatterien oder mit wiederaufladbaren Akkus arbeiten, ob auswechselbar oder fest verbaut. Akkubetriebene beziehungsweise

wiederaufladbare Geräte gibt es in jeder Größenordnung, von der Taschenlampe bis zum Winkelschleifer. Batteriebetriebene Geräte bedürfen entweder eines entsprechenden Vorrats an Einwegbatterien oder wiederaufladbarer Akkus. Der Haken an der Sache: Die Geräte funktionieren nur, solange der gespeicherte Strom hält, und müssen dann nachgeladen werden – aber wenn es dazu Möglichkeiten gibt (oder volle Batterien beziehungsweise Akkus beschafft werden können), sind die Geräte flexibel einsetzbar. Übrigens erweitern nicht nur Powerbanks Ihre Akkukapazitäten, sondern auch Batterien – etwa in USV-Anlagen –, die bei wiederkehrendem Strom geladen werden, verschaffen Ihnen einen Energiepuffer. Und auch wenn Ihr Auto mangels Treibstoff nicht mehr fährt, können Sie – gegebenenfalls in Verbindung mit einem Wechselrichter – den Strom aus Ihrer Autobatterie noch nutzen.

4. Erzeugen Sie Ihren Strom selbst. Gerade für das Aufladen von Akkus und Kleingeräten gibt es verschiedene Lösungen, etwa Kurbel- oder Solarladegeräte. Mit größeren Solarpanels oder kurbelbetriebenen Dynamos beziehungsweise Fahrradgeneratoren können auch größere Strommengen erzeugt werden. Ob sich eine richtige Ersatzstromerzeugung für Sie lohnt, hängt von Ihrem persönlichen Bedarf und Ihren Möglichkeiten ab.

Not-/Ersatzstromerzeugung im öffentlichen Bereich

Der Begriff Notstrom zielt darauf ab, dass vollautomatische Notstromsteuerungen im Falle eines Netzausfalls ohne Unterbrechung eine Ersatzstromversorgung sicherstellen. Wenn die Netzüberwachung den Stromausfall registriert, wird stattdessen ein (Diesel-)Motor gestartet, der an die Stelle der Netzeinspeisung tritt und die Verbraucher mit Strom versorgt. Dieser Vorgang kann bis zu 15 Sekunden dauern; sollen Geräte versorgt werden, die keinerlei Unterbrechung vertragen, wird die Zwischenzeit durch eine sogenannte unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) mit Batterien überbrückt.

Viele Kritische Infrastrukturen verfügen über Stromaggregate, etwa Kraftwerke, Wasserwerke, Krankenhäuser, Feuerwehren, Rettungsdienste, die Polizei, Rundfunksender und zentrale Verwaltungen. Streng genommen handelt es sich dabei jedoch nicht um Notstromaggregate (NSA), sondern um Netzersatzanlagen (NEA); während NEA für einen Dauerbetrieb ausgelegt sind, sind es NSA nicht. In Deutschland gibt es Schätzungen zufolge über 9000 Netzersatzanlagen, gewerbliche Einrichtungen mitgezählt.

Soll ein Aggregat über eine längere Dauer Ersatzstrom bereitstellen und will man sich auf die Einsatzbereitschaft verlassen können, stellt sich als Erstes die Frage, ob es schon einmal länger als 12 Stunden unter Last gelaufen ist; bei

einem gerade mal 1 ½-stündigen Stromausfall im November 2017 in Mainz und Wiesbaden überhitzten laut Feuerwehr bereits erste Aggregate in Krankenhäusern und begannen zu qualmen. Weiterhin ist zu beachten, dass der Treibstoffvorrat der Kritischen Infrastrukturen zunächst nur für 12, 24, 48 oder höchstens 72 Stunden bemessen und dann Nachschub erforderlich ist. Und schließlich ist zu berücksichtigen, dass je nach Motortyp beispielsweise bereits nach 3 Tagen Dauerbetrieb ein Ölwechsel und nach 5 Tagen ein neuer Ölfilter erforderlich sind, wofür ausreichend Öl und Ölfilter zur Verfügung stehen müssen.

Neben den stationären Anlagen hängt es bei einem Blackout von mobilen Notstromaggregaten ab, ob der dringendste Bedarf – beispielsweise beim Ersatz ausgefallener stationärer Aggregate, bei der Schaffung ersatzstromversorgter Notunterkünfte oder bei der Stromerzeugung für nicht notstromversorgte Einrichtungen wie Tankstellen – gedeckt werden kann. Doch die Ressourcen der einzelnen Länder unterscheiden sich enorm: Während in Hessen jeder Landkreis über drei mobile Notstromaggregate verfügt, haben in ganz Sachsen-Anhalt nur zwei Landkreise und drei Städte überhaupt mobile Aggregate – und der Landkreistag Sachsen-Anhalt hält es auch nicht für erforderlich, dass die Kommunen selbst Notstromaggregate bereithalten. Die Betreiber Kritischer Infrastrukturen sind aufgefordert, sich selbst mit Aggregaten zu wappnen, und die Kommunen verlassen sich auf das Technische Hilfswerk (THW).

Das unterhält tatsächlich deutschlandweit 96 sogenannte Fachgruppen Elektroversorgung, die jeweils über eine mobile schallgedämpfte Netzersatzanlage (NEA) mit einer durchschnittlichen Leistung von 200 kVA (Kilovoltampere) verfügen. Diese Großaggregate können ganze Gebäude und Anlagen Kritischer Infrastrukturen versorgen oder auch miteinander gekoppelt werden, um gleichzeitig eine größere Menge Strom einzuspeisen, und zum Beispiel einen Ortsteil versorgen. Ob wohl alle 96 THW-Anlagen zusammen für eine ganze Stadt reichen?

Im Münsterland waren 2005 insgesamt fast 300 Aggregate, darunter etwa zwei Drittel aller deutschen Großnotstromaggregate, im Einsatz, um 250000 Menschen zu versorgen. Wenn bei einem Blackout Millionen Menschen betroffen sind, werden die vorhandenen Ressourcen zum sprichwörtlichen Tropfen auf den heißen Stein – selbst wenn das THW kräftig aufrüstet und jede der 96 Fachgruppen noch ein Großaggregat bekommt sowie jeder der 668 Ortsverbände mehrere kleinere Anlagen erhält.

Stromerzeugung im privaten Bereich

Im privaten Bereich geht es nicht darum, unterbrechungsfrei Notstrom zu erhalten, sondern mit einem Stromaggregat temporär die wichtigsten Geräte und Anlagen ersatzweise mit Strom zu versorgen.

Ein Notstromaggregat oder auch Stromerzeuger enthält einen Verbrennungsmotor, der Benzin, Diesel oder Gas verbrennt und dadurch Strom erzeugt:

- Benzinaggregate sind im Anschaffungspreis am günstigsten, haben jedoch einen etwas höheren Verbrauch. Dafür sind sie aufgrund der Bauart ihres Motors meistens kleiner, leichter und mobiler.
- Dieselaggregate verursachen höhere Anschaffungskosten, dafür ist der Dieseltreibstoff günstiger im Verbrauch, und der Motor verträgt längere Laufzeiten. Allerdings sind sie aufgrund der Bauart ihres Motors meistens größer, schwerer und weniger mobil.
- Gasaggregate werden mit Erdgas oder Flüssiggas (Liquefied Petroleum Gas – LPG) betrieben und sind von den Verbrauchskosten her sehr günstig. Sie sind nur eingeschränkt mobil, dafür verharzen ihre Vergaser auch nach langer Standzeit nicht. Den größten Nachteil sehe ich in der Verfügbarkeit von Gas im Notfall. Der größte Vorteil ist die rückstandsfreie Verbrennung.

Während Benzin- und Dieselaggregate aufgrund ihrer giftigen Abgase nicht in bewohnten Räumen betrieben werden dürfen, ist ein Gasaggregat schon eher auch für den Innenbereich geeignet. Aggregate, die im Freien stehen, erfordern zur Kabelführung geöffnete Türen oder Fenster, was bei niedrigen Temperaturen zum Auskühlen des Wohnraums führen kann. Je nach Wohnsituation kann es auch zu erheblichen Lärmbelastungen kommen; deshalb sollte gegebenenfalls ein schallisoliertes Aggregat bevorzugt werden.

Damit eng verbunden ist die Frage der Tankgröße und des Leistungsbedarfs, sprich: Welche Geräte mit welcher Leistung müssen versorgt werden? Elektroherd, Staubsauger oder Bügeleisen beispielsweise sollte man nicht an das Stromaggregat hängen, aber von allen anderen Geräten (zum Beispiel Beleuchtung, Pumpen oder Heizung) muss die Summe der erforderlichen

Leistung ermittelt werden. Bei der Beurteilung des Aggregates sind dann drei Werte zu beachten: der Bedarf für den Anlaufstrom mancher Geräte, der um ein Vielfaches höher sein kann als der benötigte Nennstrom, die maximal mögliche Leistung und die angegebene Dauerleistung. Diese muss letztlich den aufsummierten Gerätebedarf abdecken.

Es ist zu unterscheiden, ob einzelne Geräte direkt an ein mobiles Aggregat angeschlossen werden sollen oder ob das Aggregat in das Hausnetz integriert werden soll. Dann kann das Aggregat an die Stelle der Netzeinspeisung treten, allerdings muss eine Netztrennung sichergestellt werden; ein Netzabfallrelais verhindert, dass Strom ins öffentliche Netz eingespeist wird. Um eine professionelle und sichere Ersatzstromversorgung zu errichten, sind nicht nur behördliche Auflagen zu prüfen, sondern es ist auch ein gewisses Know-how zur Inbetriebnahme erforderlich, weshalb ein Elektriker herangezogen werden sollte.

Schließlich ist auch eine regelmäßige Wartung des Aggregats erforderlich, um es betriebsbereit zu halten. Das Aggregat muss regelmäßig laufen, um Lagerschäden zu vermeiden. Je nach Modell sollte das Aggregat alle 1 bis 2 Monate 30 bis 60 Minuten unter Last laufen.

Vorsorge-TIPP!

Stromerzeuger sind nicht günstig, brauchen Platz für Gerät und Treibstoff, müssen regelmäßig gewartet werden und werfen viele vorab zu klärende Fragen auf. Sie können sinnvollerweise nur die wichtigsten Verbraucher versorgen, und auch das nur so lange, wie der Treibstoff reicht. Zudem machen sie bei einem Blackout die Nachbarschaft aufmerksam. All dies gilt es zu bedenken und abzuwägen. Wenn Sie sich dennoch für ein Notstromaggregat entscheiden, bieten die vorgenannten Überlegungen eine Entscheidungshilfe.

Stromversorgung von Tankstellen

Die überwiegende Anzahl der Aggregate sind Benzin- oder Dieselaggregate, das heißt, sie brauchen nach einer bestimmten Zeit wieder neuen Treibstoff. Naheliegend wäre – auch für das Tanken der Fahrzeuge – die Versorgung an der nächstbesten Tankstelle.

Doch das ist ein Trugschluss: Da die Treibstoffe in unterirdischen Tanks gelagert werden und von dort zu den Zapfsäulen beziehungsweise an die

Zapfhähne gepumpt werden, brauchen auch die Tankstellen Strom – oder ein Notstromaggregat. Die meisten Tankstellen haben jedoch weder einen Stromerzeuger noch eine Einspeisevorrichtung, in die etwa ein mobiler Stromversorger seinen Strom einspeisen könnte.

Das betrifft die allermeisten der gut 14000 Tankstellen in Deutschland. Allerdings sind die genauen Zahlen dazu unklar. Lediglich vom Mineralölkonzern Shell wurde 2008 bekannt, dass von dessen 2200 bundesweiten Tankstellen nur etwa 15 mit einer eigenen Notstromversorgung ausgestattet waren. Das sind 0,68 Prozent. Nimmt man diesen Prozentsatz für alle 14000 Tankstellen an, hätten etwa 95 Tankstellen in ganz Deutschland Notstrom.

Mit anderen Worten: Tanken ist während eines Stromausfalls im Prinzip nicht möglich, nach einer gewissen Zeit kommt der Straßenverkehr zum Erliegen, und den Stromerzeugern geht in der Breite der Treibstoff aus.

Seitens des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) heißt es dazu, beim Ausfall der Stromversorgung handele es sich um einen nicht bestimmungsgemäßen Betriebszustand, der im ungünstigsten Fall nach Kriterien des Katastrophenschutzes zu behandeln wäre. Dazu gehört dem MWV zufolge auch, dass der Privatverkehr »nach Möglichkeit unterbunden, zumindest aber erheblich eingeschränkt« werde.

Allerdings endet das Problem hier noch nicht, denn auch Polizei, Feuerwehr und THW sind größtenteils auf die Treibstoffversorgung durch öffentliche Tankstellen angewiesen, weil nur die wenigsten Organisationen über eine eigene, sichere Treibstoffversorgung verfügen (und auch die staatlichen Treibstofflager mit ihren teils unterirdischen Kavernen zum Abpumpen des Treibstoffs Strom brauchen und oft kein Notstromaggregat haben). Selbst beim Militär wurden die Handpumpen für Treibstoff weitgehend durch elektrisch betriebene ersetzt. Deshalb empfiehlt das BSI ja die Notstromabsicherung mindestens einer Tankstelle pro Landkreis.

In der Schweiz kann rund ein Drittel der Treibstofflager ohne Strom geleert werden, der Kanton Basel-Land betreibt beispielsweise vier eigene Tankstellen für Notfälle. Eine Rationierung und Beschränkung auf behördlichen Bedarf ergibt sich zwangsläufig.

Treibstoffproblematik im privaten Bereich

Natürlich hängt der Treibstoffverbrauch eines Stromaggregates zunächst von dessen Leistungsklasse und dann von der Auslastung des Gerätes ab und lässt sich deshalb nur schwer verallgemeinern. Als Anhaltspunkt kann man jedoch sagen, dass ein kleines 1-Kilowatt-Benzinaggregat etwa 0,5 bis 1 Liter pro Stunde verbraucht und ein größeres wenigstens 1,5 Liter. Für 24 Stunden wären das 36 Liter.

Von den Tankstellen ist aber im Ernstfall kein Nachschub zu erwarten.

Vorsorge-TIPP!

Bevor ich zu den Möglichkeiten der Treibstoffbevorratung komme, noch ein Hinweis, der in eine ganz andere Richtung geht: Bei einem Blackout bricht der Verkehr zusammen, wie ich noch schildern und begründen werde. Ob unfallbedingt, wegen eines Elektronikschadens nach einem elektromagnetischen Puls oder aus welchen Gründen auch immer: Wenn Fahrzeuge nicht mehr fahrbar sind und es um die Frage von Treibstoffvorräten geht, sollte auch bedacht werden, dass unter Umständen noch Sprit im Tank ist. Zum Absaugen eignen sich eine Absaugpumpe, die Methode, mit einem Schlauch Druck im Tank zu erzeugen, damit der Sprit durch einen zweiten Schlauch herausfließt, oder die traditionelle Absaugmethode mit dem Mund (aber nur im absoluten Notfall).

Am naheliegendsten ist es jedoch, selbst einen gewissen Treibstoffvorrat anzulegen. Doch auch hier gibt es viel zu beachten.

Zunächst einmal ist die zulässige Lagermenge gesetzlich begrenzt:

1. Im Keller dürfen höchstens 20 Liter brennbare Flüssigkeiten gelagert werden. Dazu zählen auch Benzin und Diesel.
2. In Kleingaragen mit bis zu 100 Quadratmetern Grundfläche dürfen bis zu 20 Liter Benzin und 200 Liter Diesel gelagert werden.

Die Unterscheidung erklärt sich mit der leichten Entzündlichkeit des Benzins. Schon dieser Aspekt, der ja nicht nur dem Gesetzgeber gerecht werden soll, sondern tatsächlich sicherheitsrelevant ist, spricht gegen ein Benzinaggregat, zumal der zulässige 20-Liter-Vorrat nicht allzu lange hält.

Daran schließt sich die Frage an, wie Treibstoff gelagert werden soll. Geeignet sind verschlossene, bruchsichere, nicht brennbare Behälter. Kunststoffkanister haben das Problem, dass sie nicht vollständig luftdicht sind; besser eignen sich Metallbehälter, etwa Ölfässer oder 20-Liter-Kanister mit austauschbaren Gummidichtungen, wie man sie beispielsweise von der Bundeswehr kennt. Die Behälter sollten nur zu 95 Prozent befüllt werden, weil Sprit sich je nach Temperatur ausdehnen kann.

Treibstoff ist nicht unbegrenzt haltbar; alle Treibstoffe unterliegen – auch bei fachgerechter Lagerung – einer Alterung beziehungsweise einer Qualitätseinbuße im Laufe der Zeit, die dazu führt, dass der Treibstoff unbrauchbar wird:

- Beim Benzin ist zwischen herkömmlichem Benzin und Biobenzin (E10) zu unterscheiden, das bis zu 10 Prozent Bioethanol enthält. Im Laufe der Zeit kommt es

beim E10 zu einer teilweisen Entmischung, das heißt zu einer Trennung in Reinkraftstoff und konzentrierten Alkohol. Alkohol ist wasseranziehend, wodurch die Wassermenge im Motor zunimmt, Wasser ins Öl gelangt und auch dieses schneller altert. Zudem kann der enthaltene Alkohol Kunststoffe angreifen und Aluminium korrodieren lassen, etwa in Motoren, Benzinpumpen oder Teilen der Treibstoffversorgung.

- Beim Diesel ist zwischen Biodiesel (FAME) und herkömmlichem Diesel auf Mineralölbasis zu unterscheiden. Doch Biodiesel wird nicht nur als eigener Treibstoff angeboten, sondern auch dem herkömmlichen Diesel werden in Deutschland und Österreich verpflichtend bis zu 7 Prozent Biodiesel beigemengt (als B7 gekennzeichnet). Dadurch tritt nach etwa 6 Monaten ein vermehrter mikrobieller Bewuchs im Dieseltreibstoff ein, wodurch Biomasse gebildet wird, die die Einspritzdüsen und Einspritzpumpe verklebt und den Motor schädigt. Zudem fördern die Organismen Korrosionen in Tank und Motor. Mit anderen Worten: Biodiesel ist nicht so lagerfähig wie rein mineralölstämmige Treibstoffe.
- Die an den Tankstellen ebenfalls erhältlichen Premium-Dieseltreibstoffe (zum Beispiel ARAL Ultimate oder Shell V-Power) enthalten zwar auch Biodiesel. Allerdings wird dieser aus speziell hydrierten Pflanzenölen wie Palmöl hergestellt, das sich nicht mit Wasser anreichert. Dadurch ist Premium-Diesel etwa bis zu 2 Jahre lagerfähig. Die Mineralölkonzerne vermarkten diese Vorteile auch als Korrosionsschutz, optimierte Verbrennung, bessere Motorinnenreinigung oder Entfernung von Ablagerungen.
- Vor allem bei längerer Lagerung kann auch Dieseltreibstoff auf Mineralölbasis ohne beigemischten Biodiesel »vergammeln« und Bioschlamm bilden; der Biodiesel verstärkt aber die Schlammbildung. Mit der sogenannten Dieselpest ist das Auftreten von Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Schimmelpilzen) im Diesel gemeint, die zur Bildung von Bioschlamm führen, der wiederum Filter und Treibstoffleitungen verstopft sowie Korrosion begünstigt. Verursacht wird Dieselpest durch die Kontamination mit Keimen, die bei jedem Arbeitsschritt und an jeder Stelle der Treibstofflieferkette erfolgen kann. Allerdings tritt Dieselpest vermehrt bei einer längeren Lagerung in Tanks auf und wird durch Kondensation oder anderweitige Wasserzufuhr massiv begünstigt; dazu reicht schon eine halbe Tasse Wasser auf 1000 Liter Diesel. Hiergegen können bestimmte Additive wie Grotamar helfen, die auch befallenen Treibstoff wieder brauchbar machen und die es beispielsweise im Bootszubehör gibt. Dennoch ist zu beachten, dass die durch die Additive gelösten Partikel herausgefiltert werden müssen, damit sie keinen Schaden anrichten.
- Weiterhin muss die Lagerung von Diesel frostfrei erfolgen, weil sich beim Sommerdiesel bei Temperaturen unterhalb von 3°C Paraffinkristalle bilden können, wodurch es zu Störungen kommen kann. Zwar lassen sich spezielle Kälteschutzadditive oder ein Winterdiesel verwenden; diese können die Bildung der Paraffinkristalle jedoch nicht verhindern, sondern nur deren Größe begrenzen. Und trotzdem gilt: Wenn Diesel eingelagert werden muss und die Lagerbedingungen nicht mit Sicherheit geklärt sind, dann sollten Sie vorsichtshalber Winterdiesel verwenden.
- Ein wichtiges Kriterium für die Lagerbarkeit von Treibstoff ist die Luftdichtigkeit der Kanister, denn durch die Zufuhr von Sauerstoff verschlechtern sich die Eigenschaften des Treibstoffs, wodurch er für den Einsatz im Motor unbrauchbar werden kann. Als 2011 der ADAC 25 Jahre alte Benzinproben der Sorte Super verbleit untersucht hat, zeigte sich jedoch, dass das in einem absolut luftdicht verschlossenen Metallbehälter

gelagerte Benzin noch brauchbar war. Abgesehen davon kann Benzin, besonders bei höheren Temperaturen, verdunsten.

Es empfiehlt sich, für Dieselaggregate Treibstoff möglichst gänzlich ohne Biodieselanteil einzulagern. Auf Nachfrage ist beim spezialisierten Mineralölhandel auch rein mineralölstämmiger Dieseltreibstoff erhältlich. Zudem sollte eine gezielte Nachadditivierung erfolgen, um der Treibstoffalterung entgegenzuwirken. Anders als beim Heizöl gibt es für die Langzeitstabilität aber keine Normen, da man bei Dieseltreibstoffen von einem Verbrauch innerhalb von 90 Tagen ausgeht.

Gleich welcher Treibstoff verwendet wird, er muss regelmäßig überprüft werden (mit Biodieselanteil mindestens alle 6 Monate, ohne Biodieselanteil mindestens alle 12 Monate). Aufgrund des Aufwands der Qualitätsüberwachung, des nötigen Know-hows und der möglichen Kosten erforderlicher Additive empfiehlt es sich, stattdessen einen regelmäßigen Austausch des bevorrateten Treibstoffs vorzunehmen, am besten durch laufende Umwälzung. Da die maximal zulässige Lagermenge von 200 Litern nur etwa vier Pkw-Tankfüllungen entspricht, bedeutet das nichts anders, als hin und wieder mal aus dem Treibstoffvorrat zu tanken und dafür die Reserven nachzufüllen.

Wenn Sie beispielsweise 20-Liter-Kanister benutzen, können Sie mit einem Einfüllstutzen beziehungsweise einer Ausgießhilfe den Sprit direkt aus dem Kanister in den Tank füllen, ob von Auto oder Notstromaggregat. Wenn Sie eher große Ölfässer bevorzugen, bieten sich Pumpen an – dabei würde ich unterscheiden: Für den Blackout-Fall sollten Sie eine mechanische Handpumpe zur Verfügung haben. Um zur Umwälzung im Alltag gelegentlich Ihr Auto zu betanken, können Sie aber auch eine elektrische Pumpe nutzen. Natürlich können Sie auch mit zwei 100-Liter-Ölfässern arbeiten: So können Sie ein Fass leeren und neu befüllen, ohne dass das andere Fass angetastet wird. Bei einem 200-Liter-Tank wäre das nicht möglich, und mit zahlreichen kleineren Kanistern zu arbeiten ist eine Frage des Aufwandes.

Übrigens betrifft das Problem der Diesellagerung längst nicht nur den Privatmann, der ein paar Kanister mit Treibstoff von der Tankstelle lagert. Als 2014 die Treibstoffreserven von Netzersatzanlagen (NEA) überprüft wurden, hat sich gezeigt, dass 60 Prozent der mit Diesel betriebenen NEA nicht mehr brauchbar waren: 4 Prozent waren bereits brennstoffbedingt ausgefallen, 28 Prozent mussten sofort aus dem Betrieb genommen werden, bei weiteren 28 Prozent war der Diesel so stark gealtert, dass er umgehend ausgetauscht werden sollte.

Für den Behördeneinsatz wird davon die Empfehlung abgeleitet, Netzersatzanlagen nicht mehr mit Diesel, sondern ausschließlich mit schwefelarmem Heizöl zu betreiben, dem auch kein Biodiesel zugemischt werden darf. Eine spezielle Additivierung soll den Bedingungen einer besonders langen Lagerzeit und den Anforderungen moderner Common-Rail-Dieselmotoren gerecht werden. Angeblich betreibt auch das THW seine Stromerzeuger mit Heizöl und tankt seine Fahrzeuge mit Diesel ohne Bioanteil.

Natürlich wäre die Verwendung von Heizöl, gegebenenfalls auch aus den eigenen Öltanks, grundsätzlich denkbar. Aber auch hierbei gibt es einiges zu beachten:

- Heizöl unterliegt einem sehr viel niedrigeren Steuersatz als Dieseltreibstoff, weil es für Heizzwecke vorgesehen ist: Auf leichtes Heizöl entfallen etwa 6 Cent pro Liter, auf Diesel 47 Cent. Verwendet man Heizöl im Kraftfahrzeug oder in mobilen Anlagen, stellt das eine Steuerhinterziehung dar, die zu einer Steuernachforderung führt und strafrechtlich geahndet wird. Schon deshalb sollte man es sein lassen.
- Dem Heizöl werden bereits in der Raffinerie ein Markierstoff und ein roter Farbstoff

beigemengt, während Tankstellendiesel gelblich oder farblos ist. Dadurch ist Heizöl identifizierbar und im Tank oder Filter ohne großen Aufwand feststellbar. Zudem verändern sich Abgasfarbe und – geruch.

- Gleichwohl wäre es natürlich denkbar, dass im Katastrophenfall die Verwendung von steuervergünstigtem Heizöl – auch bei der Betankung von Dieselfahrzeugen – vom Staat toleriert wird. Dann könnte eine Nutzung in Erwägung gezogen werden.
- Doch selbst dann ist Vorsicht angebracht, denn es gibt auch technische Besonderheiten zu beachten, weil Diesel nicht (mehr) gleich Heizöl ist. Je moderner ein Motor ist – und das gilt für Stromaggregate und Fahrzeugmotoren gleichermaßen –, desto empfindlicher reagiert er auf schwankende Treibstoffqualitäten beziehungsweise Verunreinigungen des Treibstoffs und desto eher kann es zu Betriebsstörungen oder Motorschäden kommen. Viele Jahre waren Diesel und Heizöl chemisch nahezu identisch, doch diese Zeiten sind vorbei:
    - Heizöl hat heute einen deutlich höheren Schwefelanteil als Diesel, den moderne Motoren mit ihren aufwendigen Abgasreinigungssystemen nicht vertragen. Deshalb müsste ein Motoröl mit einer entsprechenden Basenreserve verwendet werden, entweder als Fertigprodukt mit einer TBN-Zahl > 10 (*Total Base Number* – Gesamtbasenzahl) oder durch die Additivierung eines herkömmlichen Motoröls. Weil die Basenreserve nach einiger Zeit neutralisiert werden würde, müsste eine regelmäßige Kontrolle erfolgen, um eine Korrosion der Maschine zu vermeiden.
    - Heizöl enthält ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe, deren Siedepunkte breiter gestreut sind als bei Diesel.
    - Ab etwa – 10°C ist extraleichtes Heizöl (EL) nicht mehr filtrierbar, weil die Filter verstopfen. Diesel hingegen enthält Additive, um die Filtrierbarkeit auch bei tiefen Temperaturen zu gewährleisten. Durch eine passende Additivierung könnte dieses Problem bei der Verwendung von Heizöl minimiert werden.
    - Diesel enthält Additive, um die Zündwilligkeit (Cetanzahl) des Treibstoffs in einem genormten Bereich zu erreichen. Für Heizöl gibt es keine Mindestanforderungen an die Cetanzahl. Dadurch könnte es zu Störungen beim Verbrennungsvorgang kommen, was an einem starken Rußausstoß erkennbar wäre. Auch dieses Problem könnte durch eine passende Additivierung minimiert werden.
    - Bei der Verwendung von Heizöl könnte es zu einem zu hohen Wassergehalt, zu Verschlammung und Verunreinigungen kommen. Deshalb müsste der Dieseltank immer vollständig gefüllt sein, um die Bildung von Kondenswasser zu verhindern, er müsste regelmäßig entwässert und auf Verunreinigungen hin überprüft werden, und es müsste eine Additivierung erfolgen, um einen Befall durch Mikroorganismen zu vermeiden.

Robuste, nicht zu anspruchsvolle Dieselmotoren könnten auch mit entschwefeltem Gasöl betrieben werden; der technische Knackpunkt ist stets die Kompatibilität der Motortechnik und der Abgasfilteranlagen. Bei Gasöl handelt es sich um ein Vorprodukt von Heizöl und Dieseltreibstoff, das bereits in den 1920er-Jahren für die Dieselmotoren von Nutzfahrzeugen verwendet wurde. Heute wird etwa Marine-Gasöl als Schiffstreibstoff verwendet (und wie Heizöl rot eingefärbt und mit einem Markierstoff gekennzeichnet). Im Unterschied zum Heizöl

gibt es jedoch die steuerrechtliche Ausnahme, dass private Boote das legal im Ausland getankte Gasöl auch bei der Rückreise nach Deutschland verwenden dürfen. Abgesehen davon, dass die Beurteilung der (vermeintlichen) Robustheit des eigenen Aggregates Risiken birgt, reicht die produzierte Menge an Gasöl auch nicht aus, um die Nachfrage am Markt zu decken.

Treibstoffproblematik im öffentlichen Bereich

Eine Stadt mit 500000 Einwohnern braucht für eine Notversorgung ihrer Kritischen Infrastrukturen inklusive Notunterkünften Schätzungen zufolge jeden Tag 300000 Liter Diesel. Für Berlin werden 2,3 Millionen Liter Diesel pro Tag veranschlagt, um die Rettungsdienste und die wichtigsten Notstromanlagen in Betrieb zu halten – dabei sind 60 der 600 Aggregate lebenswichtig. Geht man von 30000 Litern pro Füllung aus, benötigt allein Berlin jeden Tag 77 Tanklastwagenlieferungen.

Ich habe die Problematik der Treibstoffversorgung, mit der aus Sicht des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) die Bewältigung eines Blackouts steht und fällt, bereits erläutert, insbesondere die Frage der Auslagerung und Verteilung, also wie der Treibstoff bei einem Blackout zu Generatoren, Tankstellen und Raffinerien kommt, sowie die diesbezüglichen Empfehlungen des BBK. Ich habe ebenso darauf hingewiesen, dass das Problem damit noch nicht gelöst ist, sondern dass das BBK mit seinen Empfehlungen überhaupt erst eine Lösung angestoßen hat und der Leitfaden des BBK bislang eher die Defizite und den weiteren Handlungsbedarf deutlich macht.

Doch selbst wenn die nötigen Strukturen schon geschaffen wären, könnte man zu Beginn eines Blackouts auch aus den Tanklagern keine Versorgung erwarten. Vielmehr müssten die von den Einsatzorganisationen und Stromerzeugern vorgehaltenen Reserven genutzt werden – und es wäre zu hoffen, dass die immer dringender werdende externe Versorgung rechtzeitig erfolgen würde, bevor die örtlichen Vorräte aufgebraucht wären. Nur wenn eine frühzeitige, permanente und ausreichende Nachlieferung des erforderlichen Treibstoffs erfolgt, kann die Arbeit der Rettungsdienste und der wichtigsten Kritischen Infrastrukturen aufrechterhalten werden.

Alternative Stromerzeugung

Bisher habe ich die Möglichkeiten der Not- oder Ersatzstromerzeugung anhand eines Verbrennungsmotors, der Benzin, Diesel oder Gas verbrennt und dadurch Strom erzeugt, sowie der dazu erforderlichen Treibstoffversorgung beschrieben. Strom kann aber auch auf andere Weise erzeugt werden.

Vorsorge-TIPP!

Fotovoltaikanlagen bestehen aus Solarzellen, die die Lichtenergie der Sonne direkt in elektrische Energie umwandeln. Sie erzeugen Gleichstrom, der durch einen mit dem Stromnetz synchronisierten Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt und ins Hausnetz eingespeist wird. Wird nicht der gesamte Strom verbraucht, wird der Überschuss in das öffentliche Stromnetz abgegeben.

Die allermeisten hauseigenen Fotovoltaikanlagen funktionieren nicht mehr, wenn das öffentliche Stromnetz ausfällt; sie produzieren nur dann Strom, wenn ein Netz mit 50 Hertz anliegt, und schalten sich bei einem Netzausfall komplett ab.

Damit herkömmliche Fotovoltaikanlagen eines Privathaushaltes auch bei einem Blackout zur Stromversorgung genutzt werden können, ist eine Abtrennung vom öffentlichen Stromnetz erforderlich. Dazu dienen sogenannte inselbetriebsfähige beziehungsweise Backup-Wechselrichter, die auch an bestehenden Fotovoltaikanlagen nachgerüstet werden können und bei Stromausfall innerhalb von Sekundenbruchteilen auf Inselbetrieb umschalten. Dadurch wird mit dem von den Solarzellen erzeugten Strom nur noch das Hausnetz versorgt. Durch die Anbindung eines Batteriespeichers können auch die Nachtstunden überbrückt werden, in denen keine Stromproduktion erfolgt.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass mit inselfähigen Blockheizkraftwerken oder Kleinwindkraftanlagen ein ähnlicher Nutzen erreicht werden kann. In der Gesamtbetrachtung der Vor- und Nachteile einschließlich der Wirtschaftlichkeit stellen Notstromaggregate und inselfähige Fotovoltaikanlagen als Alternative dazu jedoch die am besten geeigneten Möglichkeiten der Stromerzeugung dar.

Informationstechnik und Telekommunikation

Bedeutung: Telefon und Internet funktionieren nicht mehr. Nicht nur die Kommunikation zwischen den Menschen ist abgebrochen, sondern auch die Information der Bevölkerung durch die Behörden. Es stellt sich die Frage nach

alternativen Kommunikationswegen und Informationsmöglichkeiten.

Tragweite

Die Folgen eines großflächigen und lang andauernden Stromausfalls sind für Telekommunikation und Informationstechnik dramatisch.

Schon nach kurzer Zeit zeigt sich, dass das Mindestangebot, das die Telekommunikationsanbieter gemäß Telekommunikations-Sicherstellungs-Verordnung sicherzustellen haben, bei einem Blackout nicht erbracht werden kann. Nach wenigen Stunden beziehungsweise Tagen sind die Notstromkapazitäten erschöpft oder aufgrund der ausgefallenen Endgeräte der Nutzer wirkungslos.

Hinzu kommen die Wechselwirkungen zwischen Informationstechnik und Telekommunikation: Ein (Teil-)Ausfall des Internets hat weitreichende Konsequenzen und führt zu kaum vorhersehbaren Dominoeffekten und Versorgungsunterbrechungen, weil der Datenaustausch über das Netz nicht mehr möglich ist.

Das bedeutet, dass

- Telefone, Handys, sogar Satellitentelefone und Funkgeräte nach und nach ausfallen,
- Computer, die direkt am Stromnetz hängen, sofort ausfallen,
- Laptops und Tablets noch so lange laufen, wie ihr Akku reicht, und dann ebenfalls ausfallen und
- das Internet und sonstige Datendienste einschließlich sämtlicher auf dem Internet basierenden Mail-, Chat- und Telefondienstleistungen ausfallen.

Der Ausfall der IT- und TK-Infrastrukturen trifft auch die Rettungsdienste und die weiteren Kritischen Infrastrukturen, die einen bevorzugten Zugang zu den verbleibenden oder punktuell wiederhergestellten Kommunikationsmöglichkeiten erhalten.

Aufgrund der zahlreichen stromabhängigen Funkantennen, Vermittlungsstellen und Netzwerkknoten, die für den Betrieb von Mobilfunk- und Festnetztelefonie sowie des Internets erforderlich sind, ist eine kurzfristige und gleichzeitige flächendeckende Wiederinbetriebnahme schon deshalb

ausgeschlossen, weil Tausende Batteriespeicher wieder geladen und Treibstofftanks wieder befüllt werden müssen.

Mobilfunk

Schon während die Mobilfunknetze noch notstromversorgt sind, treten massive Probleme auf: Ab dem Ausfall des Stroms steigt der Kommunikationsbedarf der Menschen an, zu viele versuchen zu telefonieren. Das erhöhte Gesprächsaufkommen führt – vor allem im urbanen Raum – binnen kürzester Zeit dazu, dass die Mikrozellen und Basisstationen der Mobilfunknetze, über die die Einwahl in die Netze erfolgt, überlastet sind. Höchstens Kurznachrichten (SMS) können eventuell noch verschickt werden, da sie die geringste Kapazität beanspruchen und über einen anderen Weg, die Signalisierungskanäle, gesendet werden.

Die Stromversorgung der Mobiltelefonie ist nicht nur eine Frage des Akkuzustands des eigenen Handys.

Die Mobilfunkmasten, an denen sich die Handys einwählen, sind die unterste Ebene des Handynetzes. Diese sogenannten Basisstationen haben eine Reichweite zwischen wenigen 100 Metern und einigen Kilometern. Um an Verbraucherschwerpunkten die Basisstationen zu entlasten oder begrenzte Versorgungslücken abzudecken, werden unterhalb der Basisstationen auch Mikrozellen mit sehr kleinem Wirkungskreis eingesetzt. Basisstationen sind bis zu 2 Stunden mit Notstrom versorgt, Mikrozellen haben üblicherweise gar keine Notstromversorgung. Nach 2 Stunden ist also eine Einwahl in die Mobilfunknetze nicht mehr möglich. Weil örtliche Gegebenheiten darauf einen Einfluss haben können, gibt das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) die Überbrückungsdauer der Notstromversorgung für das Mobilfunknetz mit durchschnittlich 0 bis 3 Stunden an.

Damit ist eine Betrachtung der weiteren Ebenen des Mobilfunknetzes entbehrlich.

Festnetz

Zu Zeiten des guten alten Telefonkabels, das ein analoges Telefon mit der

Telefondose verbunden hat, war die Festnetztelefonie vollständig stromunabhängig. Mit der inzwischen fast flächendeckend verbreiteten IP-Telefonie und schnurlosen Endgeräten gibt es kein Telefonieelement mehr, das nicht strom-***abhängig*** wäre.

Wenn man früher einen Telefonanschluss beauftragt hat, wurde in der Wohnung eine betriebsfähige Telefondose montiert, in die ein analoges Telefon eingesteckt werden konnte. Dahinter befanden sich üblicherweise eine Teilnehmeranschluss- beziehungsweise Amtsleitung und leitungsvermittelte Technik. Wenn man nicht gerade strom***abhängige*** Endgeräte wie ein schnurloses Telefon angeschlossen hatte, brauchte dieser analoge Festnetzanschluss keinen Strom. Vielmehr wurden der Anschluss beziehungsweise die Endgeräte von der Vermittlungsstelle gespeist. Im Fall eines Stromausfalls war so lange Strom vorhanden, wie die Telefonzentrale notstromversorgt war, je nach Wichtigkeit des Netzknotens zwischen 3 und 48 Stunden. In dieser Zeit konnte weiterhin telefoniert werden, sofern beide Teilnehmer analoge Geräte verwendeten.

Netztechnisch wurden in Deutschland längst alle Vermittlungsstellen auf das Integrierte Sprach- und Datennetz (Integrated Services Digital Network – ISDN) umgestellt. Hatten Teilnehmer noch Analoganschlüsse, erfolgte in der Vermittlungsstelle die Umwandlung in ein digitales Signal. Wenn sich in der Wohnung ein digitaler NTBA-Netzabschluss (Network Termination for Basic Access) befindet, ist ein digitaler ISDN-Basisanschluss vorhanden (auf Primärmultiplexanschlüsse gehe ich mangels Relevanz nicht ein). Dann – und das ist der Hauptunterschied zwischen ISDN- und analogem Festnetzanschluss – besteht eine digitale Übertragung bis zum ISDN-Endgerät. Sofern dennoch analoge Telefone verwendet werden können, erfolgt die Analog-Digital-Wandlung in einem sogenannten a/b-Adapter (oder einer ISDN-Telefonanlage mit analogen Nebenstellenanschlüssen), der sich zwischen NTBA und Analogtelefon befindet.

Ein NTBA erhält den Strom für seinen eigenen Betrieb über die Teilnehmeranschlussleitung von der Vermittlungsstelle. Nur wenn Endgeräte ohne eigene Stromversorgung an den NTBA angeschlossen werden sollen, muss der NTBA an das Stromnetz angeschlossen werden. Allerdings ist der Betrieb eines einfachen schnurgebundenen Telefons ohne eigenständige Stromversorgung ***im Regelbetrieb*** nicht vorgesehen. Im Notbetrieb hingegen kann der NTBA auch von der Vermittlungsstelle mit Strom versorgt werden.

Geeignete, notspeisefähige und – berechtigte Telefone ohne eigene Stromversorgung können zumindest in diesem, meist auf reine Telefoniefunktionen beschränkten Betriebsmodus arbeiten, ohne an das Stromnetz angeschlossen zu sein. In jeder anderen Geräte- und Anschlussspezifikation ist die Festnetztelefonie über einen digitalen ISDN-Anschluss im Moment des Stromausfalls am Ende.

Um es noch einmal auf den Punkt zu bringen: Mit einem Analoganschluss sowie einem ISDN-Basisanschluss bestand bisher im Falle eines Stromausfalls dank Ferneinspeisung die grundsätzliche Möglichkeit, mit einfachen Telefonapparaten weiter zu telefonieren, solange die Vermittlungsstelle Notstrom hatte.

Im Jahr 2016 gab es 8,23 Millionen Analoganschlüsse und 4,57 Millionen ISDN-Basisanschlüsse in Deutschland. Schon seit längerer Zeit erhalten Neukunden der Deutschen Telekom nur noch VoIP-Anschlüsse (Voice over IP); bis Ende 2018 werden nun alle Analog- und ISDN-Anschlüsse ***zwangsweise*** in VoIP-Anschlüsse gewandelt – oder der Kunde erhält eine Vertragskündigung und hat gar keinen Anschluss mehr. Da die meisten anderen Anbieter ebenfalls VoIP forcieren, gibt es auch keine Festnetzalternative.

Damit wird auf die Vermittlungsnetzinfrastruktur aus notstromversorgten Vermittlungsstellen und ansonsten rein passiven Kabelverzweigern verzichtet; es gibt keine klassische Sprachübertragung mehr, vielmehr werden Sprachinformationen als Datenpakete über das Internet verschickt. Das heißt aber auch: Letzten Endes hängt die gesamte Telefoninfrastruktur am Router. Dessen Ausfall im Falle eines Blackouts genügt schon, damit keine Festnetztelefonie mehr möglich ist – ganz abgesehen davon, dass etwa zwischengeschaltete Outdoor-DSL-Zugangsmultiplexer (Digital Subscriber Line Access Multiplexer – DSLAM) am Straßenrand nicht notstromversorgt sind.

Zusammenfassend gibt das BBK die Überbrückungsdauer der Notstromversorgung für das Festnetz mit etwa 48 Stunden für wichtige Netzknoten, etwa 3 Stunden für andere Netzknoten und etwa 0 bis 0,5 Stunden für die Zugangstechnik in der Fläche an.

Vorsorge-TIPP!

Ein notspeiseberechtigter Festnetzanschluss, das heißt ein Festnetzanaloganschluss oder ISDN-Basisanschluss, der von der Vermittlungsstelle mit Strom versorgt wird, hat für Notrufdienste und ähnliche Einrichtungen eine erhebliche Bedeutung. Dafür gibt es bei der

Deutschen Telekom jetzt den Sonderdienst MSAN-POTS (Multi Service Access Nodes Plain Old Telephony Service).

Ähnlich wie Analogtelefone durch eine Analog-Digital-Wandlung im ISDN-Netz genutzt werden konnten, bildet MSAN-POTS in der Teilnehmeranschlussleitung einen analogen Sprachanschluss in IP nach. Dabei handelt es sich um einen reinen Sprachanschluss, der aber auch Sonderdienste wie Hausnotruf, Alarmanlage oder Aufzugsnotruf unterstützt – und keinen Router oder sonstige Technik benötigt. Vielmehr wird das Telefon direkt in die Telefondose eingesteckt.

Der Sprachanschluss auf Basis MSAN-POTS ist direkt an die Vermittlungsstelle angebunden und besitzt wie beim Analoganschluss eine Fernspeisung, das heißt, es wird wie im analogen Netz die Netzspannung mitgeliefert. Wird nur ein einfaches Telefon (kein schnurloses Telefon) mit a/b-Schnittstelle genutzt, das keine eigene Spannungsversorgung benötigt, funktioniert dieses bei einem Stromausfall weiter, solange die Vermittlungsstelle Strom hat.

Allerdings wird MSAN-POTS von der Deutschen Telekom nur sehr zurückhaltend angeboten. Dabei spielen (auch) technische Gründe eine Rolle, etwa dass es eine durchgängige Kupferleitung von der Telefondose bis zur Vermittlungsstelle geben muss, dass MSAN-POTS nicht überall verfügbar ist oder dass es nur begrenzte Kapazitäten gibt. Wenn MSAN-POTS verfügbar ist, werden für reine Telefonanschlüsse ohne Internetzugang die Tarife Call Start (neu), Call Basic (neu) und Call Comfort Standard (neu) angeboten.

Satellitentelefone

Grundsätzlich denkbar wäre auch die Nutzung eines Satellitentelefons, das per Funk eine Verbindung zu einem Satelliten herstellt. Es gibt verschiedene Anbieter mit unterschiedlichen Satellitennetzen; bei einigen Anbietern kommunizieren die Satelliten direkt miteinander, bei anderen werden die Gespräche an Erdfunkstellen weitergeleitet, die sie weitervermitteln.

Zu beachten ist:

- Es gibt verschiedene Systeme, die unterschiedliche Regionen der Welt abdecken. Die Telefone des einen Anbieters funktionieren aber nicht in Kombination mit dem Satellitennetz des anderen Anbieters.
- Satellitentelefone kosten mehrere Hundert, teils über 1000 Euro. Ausgehende Telefonate kosten meistens zwischen 70 Cent und 2 Euro pro Minute. Das spiegelt die komplexe Technik beziehungsweise die hohen Betriebskosten wider.
- Die Grundgebühren unterscheiden sich wie beim Handy zwischen laufendem Vertrag oder Prepaid-Karte; allerdings ist der Monatspreis beziehungsweise die Mindestaufladung wesentlich höher.

- Die Verbindungsqualität unterliegt Umwelteinflüssen wie Wetterbedingungen. Um mehrere Minuten telefonieren zu können, kann unter Umständen auch ein ungehinderter Blick zum Himmel nötig sein.
- Je nach System dürfen die Erdfunkstellen nicht vom Blackout betroffen sein, sonst ist keine Verbindung mehr möglich.
- Der gewünschte Empfänger muss selbst ein Satellitentelefon nutzen oder außerhalb der vom Blackout betroffenen Region erreichbar sein.

Die Zivil- und Katastrophenschutzbehörden verfügen teilweise über notstromgesicherte Systeme zur Satellitentelefonie untereinander, bei denen die Überbrückungsdauer der Notstromversorgung laut BBK davon abhängt, wie lange Satelliten und Satellitentelefone zur Verfügung stehen.

Für eine private Nutzung erscheint mir ein Satellitentelefon jedoch überdimensioniert, zumindest sehe ich es höchstens am unteren Ende der To-do-Liste der Vorsorgemaßnahmen für den Blackout-Fall.

Sprechfunk

Naturgemäß gibt das BBK die Überbrückungsdauer der Notstromversorgung im Sprechfunk nur für den Behördenfunk an (regional unterschiedlich, BOS-Funk etwa 6 bis 8 Stunden, BOS-Digital angesichts des Rumpfnetzes etwa 2 Stunden).

Der BOS-Funk wird von den sogenannten BOS, den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, verwendet, insbesondere von Polizei, Zoll, THW, Feuerwehr, Katastrophenschutzbehörden und Rettungsdiensten. Er ist in erster Linie für die eigenen Erfordernisse der BOS vorgesehen und dient nicht der Gewährleistung der allgemeinen Kommunikation.

Auch beim BOS-Funk ist zwischen der Akkuladung von Handfunkgeräten (anders als bei Mobilfunkgeräten in Fahrzeugen oder Feststationen) und den Basisstationen zu unterscheiden; während die Akkus etwa 2 bis 4 Stunden halten, sollten die Basisstationen bis zu 8, 12 oder 24 Stunden batteriegepuffert beziehungsweise notstromversorgt sein. Die BBK-Angabe ist wohl als Mittelwert zu verstehen.

Der digitale BOS-Funk auf Basis des internationalen TETRA-Standards (Terrestrial Trunked Radio) ist zwar mittlerweile deutschlandweit in Betrieb genommen, aber es sind beispielsweise noch nicht alle Fahrzeuge mit den neuen

Empfangsgeräten ausgerüstet. Dies erklärt das »Rumpfnetz«. Bis die Umstellung abgeschlossen ist, sind jedoch beide Systeme in Betrieb.

Die tragbaren Funkmeldeempfänger, die darüber hinaus beispielsweise bei Feuerwehren verwendet werden, sind bei einem Blackout ebenfalls nur einige Stunden alarmierbar.

Es gibt noch zahlreiche weitere Sprechfunkanwendungen wie beispielsweise Bündelfunk, Betriebsfunk, Taxifunk, Zugfunk, Flugfunk, Seefunk oder Binnenschifffahrtsfunk, die nur von speziellen Berechtigten genutzt werden dürfen.

Vorsorge-TIPP!

Verschiedene andere Sprechfunkanwendungen dürfen jedoch in unterschiedlicher Weise je nach Berechtigung von jedermann genutzt werden:

- Zum Jedermannfunk zählen CB-Funk (Citizens Band Radio), Freenet, SRD (Short Range Devices – Kurzstreckenfunk), PMR446 (Anwendung des analogen Personal-Mobile-Radio-Funks) und DMR446 (digitaler PMR446-Funk). Diese Sprechfunkanwendungen sind in Deutschland mit den dafür zugelassenen Geräten (Handfunkgeräten, Mobilfunkgeräten oder Feststationen) auf den dafür zur Verfügung gestellten Frequenzen für die Allgemeinheit freigegeben. Mit externen Antennen können je nach Bauweise Reichweiten jenseits von 100 Kilometern erreicht werden.
- Zum Amateurfunk werden nur Funkamateure zugelassen, die vorher eine Prüfung abgelegt und eine Amateurfunklizenz erhalten haben. Sie dürfen ihre Geräte und Antennen selbst bauen und innerhalb der zugewiesenen Frequenzbereiche funken. Der reine Empfang des Amateurfunks mit einem zugelassenen Empfangsgerät (etwa Radio, Weltempfänger oder Scanner) als Kurzwellenhörer ist wie beim Rundfunk jedermann erlaubt.

Während der Jedermannfunk als Kommunikationsmittel dient, stellt der Amateurfunk auch für die Allgemeinheit eine wichtige Informationsquelle dar, die in Notfällen und bei Katastrophen auch Nachrichten von Dritten und an Dritte übermittelt.

Wie lange Sprechfunk für jedermann bei einem Blackout verfügbar bleibt, hängt von so vielen und individuellen Faktoren ab, dass hierzu keine allgemeingültige Aussage getroffen werden kann.

Alternative Informationswege

Viele Jahre haben die Behörden Sirenen als Zivilschutzsignale eingesetzt, das heißt zur Warnung der Bevölkerung bei zivilen Großschadensfällen wie

Naturkatastrophen oder Störfällen, aber auch bei militärischen Angriffen. Nachdem in Deutschland das einst aus fast 100000 Sirenen bestehende Netz in den 1990er-Jahren weitgehend demontiert wurde, verfügen heute nur noch wenige Städte und Landkreise über intakte Sirenennetze; mancherorts wurden in den vergangenen Jahren jedoch wieder neue Sirenennetze aufgebaut. Österreich hingegen verfügt bis heute über ein flächendeckendes Sirenennetz.

Im Katastrophenfall stehen in manchen Städten Lautsprecherwagen zur Verfügung, oder die Feuerwehr fährt mit Megafonen durch die Stadt, um die Bevölkerung über das zu informieren, was die Behörden wissen und öffentlich bekannt geben wollen. Sofern die technischen Voraussetzungen gegeben sind, ist – beispielsweise in großen Siedlungen – auch eine Hausverteilung von Handzetteln möglich.

Zudem werden Informationspunkte eingerichtet, um einen Informationsaustausch mit der Bevölkerung zu gewährleisten und Informationen auszugeben sowie Meldungen anzunehmen. Hier werden auch Info-Tafeln mit Aushängen aufgestellt. Der Informationsfluss wird dadurch hauptsächlich zum Gegenstand persönlicher Gespräche.

Kommunikation mit den Behörden

Die Menschen versuchen, auf allen denkbaren Wegen mit den Behörden Kontakt aufzunehmen, etwa damit Unfälle reguliert werden, stecken gebliebene Personen aus Aufzügen befreit werden oder die öffentliche Sicherheit wiederhergestellt wird.

Die Erreichbarkeit der Behörden ist jedoch stark eingeschränkt. Selbst wenn die Notrufzentralen der Behörden dank ihrer Notstromversorgung erreichbar bleiben: Solange die öffentlichen Telefonnetze noch funktionieren, führen Massen von Anrufen zu einer Netzüberlastung, denn viel zu vielen Menschen ist nicht bewusst, dass ein Stromausfall kein Notfall ist, der die Nutzung der Notrufnummern rechtfertigt. Und sobald Mobilfunk- und Festnetz ausfallen, kommen die Notrufe nicht mehr an. Dadurch werden die bekannten Notrufnummern 110/112 obsolet.

Dies beschränkt nicht nur das Krisenmanagement in seinen Möglichkeiten, sondern es löst allgemeine Unsicherheit aus und führt zu einem Zerfall der

Gesellschaft in Kleinststrukturen. Im besten Fall erfolgt eine Selbstorganisation auf lokaler Ebene innerhalb eines Radius, der fußläufig erreichbar ist.

Vorsorge-TIPP!

Drei wichtige Empfehlungen:

1. Da Sie nie wissen, wen Sie wann noch wie erreichen können, erarbeiten Sie einen »Familiennotfallplan«, wie man sich im Fall der Fälle auch ohne Kommunikation organisieren kann. Gerade wenn sich Kindergarten oder Schule beziehungsweise Arbeitsplatz nicht am Wohnort befinden, muss jeder wissen, wie die Familie wieder zusammenfindet beziehungsweise wo sie sich trifft, wenn eine Rückkehr nach Hause mangels funktionierender Verkehrsmittel nicht möglich ist.
2. Knüpfen Sie lokale Netzwerke innerhalb der Nachbarschaft beziehungsweise der Region und stimmen Sie miteinander ab, was zu tun ist, wenn man sich nicht mehr erreicht. Dazu kann auch eine Vereinbarung über die Einschaltung einer bestimmten Frequenz am Funkgerät gehören.
3. Werfen Sie alte Landkarten nicht weg, sondern bewahren Sie wenigstens einen Stadtplan und eine möglichst topografische Karte Ihrer Gegend auf. Wer weiß, welche Wege noch erforderlich werden, die Sie sich im Moment nicht vorstellen können.

Medien und Kultur:

Rundfunk (Fernsehen und Radio), gedruckte und elektronische Presse, Kulturgut, symbolträchtige Bauwerke

Bedeutung: Im vorangegangenen Kapitel wurde es schon teilweise deutlich: Von der lokalen Ebene abgesehen, sind Sie von der öffentlichen Information weitgehend abgeschnitten. Es stellt sich die Frage, welche Medien aufrechterhalten werden und wie Sie diese nutzen können. Da die Bereiche Kulturgut und symbolträchtige Bauwerke im Krisenfall durchaus von nachrangiger Bedeutung sind, gehe ich darauf nicht ein.

Warn-Apps

Als modernes Allheilmittel für die Krisen- und Notfallinformation gelten Smartphone-Apps, die im Gegensatz zu Sirenen nicht nur warnen, sondern auch informieren und dabei auch standortbezogene Daten liefern, etwa

- die Notfall-Informations- und Nachrichten-App NINA, die vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) bereitgestellt wird und Informationen des Modularen Warnsystems (MoWaS), des Deutschen Wetterdienstes sowie der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes berücksichtigt;
- die App KATWARN, die vom Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS) im Auftrag öffentlicher Versicherer entwickelt wurde und Informationen des Deutschen Wetterdienstes sowie der Katastrophenschutzstäbe der angeschlossenen Städte, Landkreise und Bundesländer berücksichtigt;
- die Bürger Info- & Warn-App BIWAPP, die von einigen Städten und Landkreisen für regionale und lokale Eilmeldungen eingesetzt wird und die Katastrophenwarnungen des BBK wie auch die Unwettermeldungen des Deutschen Wetterdienstes berücksichtigt;
- die DWD WarnWetter-App des Deutschen Wetterdienstes mit amtlichen Wetterwarnungen sowie Wettervorhersagen, deren Inhalte nach einem Gerichtsurteil seit Dezember 2017 nicht mehr vollumfänglich kostenfrei angeboten werden dürfen.

Mit Blick auf die D-A-CH-Region wird beispielsweise KATWARN auch in Österreich angeboten, oder etwa die Alert-swiss-App des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) in der Schweiz.

Ich persönlich halte Warn-Apps nicht für ein Allheilmittel, sondern nur für ein ***ergänzendes*** Informationsmedium, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Apps sind nicht jedermann zugänglich. Voraussetzungen sind immer eine geeignete technische Infrastruktur (Smartphone, Tablet) und das nötige Know-how. Das schließt bestimmte Kreise der Bevölkerung aus.
2. Die Funktionen der Apps überschneiden sich, aber keine App bietet allein den vollen vorhandenen Informationsumfang. Die vor allem regional unterschiedlichen Informationen hängen davon ab, was Länder, Kommunen und lokale Behörden einspeisen, und deren Präferenzen variieren zwischen den Apps. Zudem weist das Warnnetz noch große Lücken auf, da nicht alle Behörden flächendeckend Apps nutzen. Es gibt also bislang keine bundesweit einheitliche Warn-App, was für den Nutzer bedeutet, im Zweifelsfall mehrere Apps installieren zu müssen.
3. Während des Anschlags am und im Olympia-Einkaufszentrum in München 2016 wurde KATWARN als einzige Warn-App eingesetzt. Durch Ausfälle des allgemeinen Mobilfunknetzes, hohe Auslastung durch etwa 250000 Menschen im Raum München sowie eine deutschlandweite Nutzung aufgrund zeitgleicher Unwetter kam das System zeitweise an seine Belastungsgrenze. Das zeigt beispielhaft, dass es zu früh ist, sich auf Apps zu verlassen.
4. Warn-Apps erfordern nicht nur einen notstromversorgten Sender, sondern auch funktionierende Empfänger. Bei einem Zusammenbruch der IT- und TK-Infrastrukturen infolge eines Blackouts werden Apps schnell untauglich.

Rundfunk (Fernsehen und Radio)

Nach wie vor ist der öffentlich-rechtliche Rundfunk das zentrale Hauptinformationsmedium bei einem Blackout, über das die Behörden Informationen und Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung übermitteln. Dazu sind eine Vielzahl von TV- und Radiosendern an das deutsche Modulare Warnsystem (MoWaS) angeschlossen und erhalten entsprechend aktuelle Warnungen zur Veröffentlichung.

Zunächst einmal sind die Sendeanstalten – unterschiedlich lange –

notstromversorgt. Üblich sind 72 Stunden. Vom Rundfunk Berlin-Brandenburg beispielsweise ist bekannt, dass dort zwar eine Reduzierung auf eine statt sechs Hörfunkwellen sowie einen Fernsehkanal erfolgen würde, dass deren Betrieb durch einen Notstromdiesel aber für 8 Tage gesichert wäre. Beim Hessischen Rundfunk heißt es gar, dass Tausende Batterien sowie mehrere Stromaggregate mit 40000 Litern Treibstoffvorrat einen 2-wöchigen Sendebetrieb gewährleisten.

Ein Fernsehempfang ist trotzdem zweifelhaft. Abgesehen davon, dass beispielsweise die Frage der Stromversorgung der Verteilstationen der Kabelgesellschaften offen ist, liegen die Einschränkungen vor allem auf der Empfängerseite. Ohne Strom funktioniert kein Fernseher. Besser sieht es mit dem Radioempfang aus.

Vorsorge-TIPP!

Bei einem Blackout wird der Hörfunk zum wichtigsten Kanal für die Information der Bevölkerung, die Nachrichten und behördliche Informationen nur noch über Radio empfangen kann.

Hierfür wird der UKW-Rundfunk beziehungsweise FM-Radio benutzt; UKW steht für den Frequenzbereich der Ultrakurzwelle, FM für das Funkübertragungsverfahren der Frequenzmodulation.

Es gibt eine Fülle von UKW-Sendern, die auf unterschiedlichen Frequenzen senden. Zwar hat die Bundesregierung schon im Jahr 2000 festgestellt, »dass [...] der UKW-Hörfunk durch Digital Audio Broadcasting (DAB) abgelöst werden soll«, und man geht derzeit davon aus, dass die Umstellung etwa 2025 bis 2030 abgeschlossen sein könnte. Die Notsender basieren jedoch noch heute auf UKW-Technologie.

Damit rückt die Frage des UKW-Empfangs in den Mittelpunkt. Das Mittel der Wahl sind einfache Transistorradios, umgangssprachlich auch Koffer- oder Taschenradios genannt. Gibt es keinen Strom mehr und fallen dadurch alle stromnetzabhängigen Empfangsgeräte aus, kommen zum Beispiel

- akku- und batteriebetriebene Radios,
- solarbetriebene Radios,
- Kurbelradios/Radios mit einem Handdynamo,
- Autoradios, solange die Autobatterie hält,
- MP3-Player, in denen kleine UKW-Radioempfänger verbaut wurden, oder
- Handys, solange das Mobilfunknetz in der Umgebung mit Strom versorgt wird,

infrage. Natürlich setzt dies bei allen Geräten mit Stromspeicher voraus, dass diese ausreichend geladen sind. Um solche Funktionalitäten nutzen zu können, sollte beispielsweise darauf verzichtet werden, durch unnütze Handyvideos den Akku aufzubrauchen.

Sogenannte Weltempfänger können – meistens – den UKW-Rundfunk empfangen, sind

aber vor allem dafür ausgelegt, weit entfernte Kurzwellen(KW)-Rundfunkstationen zu empfangen. Gut ausgestattete Weltempfänger bieten darüber hinaus die Möglichkeit, den Amateurfunkdienst auf Kurzwelle zu empfangen.

Wichtig ist, im Falle eines Blackouts regelmäßig, wenigstens stündlich, Radio zu hören.

Gedruckte und elektronische Presse

Die elektronische Presse fällt mit dem Internet aus. Zeitungsverlage und –druckereien verfügen teilweise über Notstromkapazitäten und können in einem gewissen Umfang zur Information der Bevölkerung beitragen, solange ihre Treibstoffreserven reichen oder sie mit Treibstoff versorgt werden. Das setzt aber die Verfügbarkeit der nötigen Mitarbeiter für Herstellung und Verteilung voraus, worauf ich im Kontext der Rettungsdienste noch eingehen werde. Spätestens wenn die Druckmaschinen stillstehen, erscheinen auch keine Zeitungen mehr.

Wasser:

öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung

Bedeutung: Trink- und Nutzwasser aus der Leitung stehen nicht mehr zur Verfügung. Die Toilettenspülung funktioniert nicht mehr, Abwasser wird nicht mehr entsorgt. Für beides müssen Alternativen gefunden werden.

Öffentliche Wasserversorgung

Trinkwasser ist das Lebensmittel Nummer eins. Gleichzeitig haben österreichische Untersuchungen gezeigt, dass bis zu 26 Prozent der Bevölkerung keinerlei Wasservorräte haben – je größer die Gemeinde, desto geringer der

Trinkwasservorrat. Doch selbst auf dem Land beträgt der Pro-Kopf-Vorrat nur in 13 Prozent der Haushalte mehr als 10 Liter – Wasser ist für uns so selbstverständlich, dass wir es gar nicht mehr wahrnehmen.

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Trinkwasser liegt in Deutschland bei etwa 124 Litern pro Tag. Wir benutzen es beispielsweise zum Trinken, Kochen, Spülen und Waschen, aber auch zum Baden, Autowaschen, zur Gartenbewässerung oder zum Feuerlöschen. Die unterschiedliche Nutzung zeigt bereits, dass wir nicht für alles Trinkwasser brauchen – und dass es in Notsituationen Einsparmöglichkeiten gibt.

Die öffentliche Wasserversorgung obliegt rechtlich als Aufgabe der Daseinsvorsorge der Gemeinde. Dass sie die Organisationsform frei wählen darf, führt in der Praxis zu unterschiedlichsten Strukturen. In den allermeisten Fällen ist ein Wasserversorger beauftragt, Wasser in guter Qualität und ausreichender Menge bereitzustellen. Gleichwohl ist die Trinkwasserversorgung ohne Strom erheblich gestört.

Trinkwasserförderung

Wenn Wasser aus dem Grundwasser kommt, muss es mit stromabhängigen Pumpen in Häuser und Wohnungen gepumpt werden. Bei einem Ausfall des Stroms fällt die Trinkwasseraufbereitung mit Pumpen aus, sobald die Notstromkapazitäten der Wasserwerke erschöpft sind – falls sie überhaupt eine funktionierende Notstromversorgung haben, ansonsten schon früher.

Eine Ausnahme stellen bergige Gegenden dar, in denen es Quellen gibt, die höher liegen als die Abnehmer; dann spricht man von einer Eigendruckversorgung. Wenn Wasserversorgungsnetze durch natürliches Gefälle betrieben werden, wie etwa in Wien über die Hochquellenwasserleitungen, hat ein Stromausfall zunächst geringere Auswirkungen.

Allerdings durchläuft das Wasser vielerorts erst UV-Entkeimungsanlagen (Ultraviolettstrahlung), bevor es in die Wasserversorgung gelangt. Wenn die Anlagen bei einem Stromausfall ausfallen, muss der Zulauf in die Wasserversorgung gestoppt werden, damit dort kein nicht entkeimtes Wasser hineingelangt. In der Konsequenz wird die Befüllung der Wasserspeicher gestoppt und die Wasserreserve auf die vorhandene Menge beschränkt. Wenn

etwa die Hochbehälter sich leeren und Luft in das Leitungsnetz kommt, steigt wiederum die Gefahr einer Verkeimung der betroffenen Netzabschnitte – das heißt, es gibt auch dann kein ***sauberes*** Trinkwasser mehr, wenn das Wasser wieder fließt.

Trinkwasser-Notbrunnen

Bei einem Ausfall der öffentlichen Wasserversorgung stehen in Deutschland – vor allem in Großstädten und Ballungsgebieten, also mit Versorgungslücken – rund 5000 nicht vernetzte Notbrunnen zur Verfügung, die unabhängig vom Leitungsnetz aus dem Grundwasser gespeist werden. Deren Standorte orientieren sich an einem zumutbaren Versorgungsweg zwischen 500 Metern und 2 Kilometern.

Aufgabe dieser Trinkwasser-Notversorgung ist die Bereitstellung von Trinkwasser im Katastrophenfall, das heißt, dort kann sich die Bevölkerung mithilfe eigener Behältnisse selbstständig mit Wasser versorgen. Pro Notbrunnen sollen etwa 6000 Einwohner am Tag versorgt werden können. Die Betriebsdauer eines Notbrunnens ist auf 15 Stunden pro Tag ausgelegt, bei einer durchschnittlichen Entnahme von 6 Kubikmetern pro Stunde. Dazu werden pro Person und Tag 15 Liter Wasser kalkuliert, die in extremen Situationen noch auf den reinen Trinkwasserbedarf von 2,5 Litern reduziert werden können.

Je nach Ereignis bestehen unterschiedliche Verantwortlichkeiten für die Trinkwasser-Notbrunnen: Im Zivilschutzfall, der einen Verteidigungs- oder Spannungsfall voraussetzt, liegt die direkte Zuständigkeit beim Bund, im Katastrophenfall bei den Bundesländern. Die verantwortliche Ebene hat dafür zu sorgen, dass die Notbrunnen der Bevölkerung zugänglich gemacht werden, dass Gruppenzapfstellen installiert werden und dass die örtliche Motorpumpe mit einem Stromerzeuger in Gang gesetzt wird; etwa zwei Drittel der Notbrunnen haben dazu einen Anschluss, in den mobile Aggregate Strom einspeisen können. Ein Teil der Notbrunnen hat auch einen eigenen Stromerzeuger, andere haben handbetriebene Pumpen unterschiedlichster Bauart (etwa hydraulische oder Schwengelpumpen). Dort, wo Stromerzeuger zum Einsatz kommen müssen, tritt irgendwann die schon beschriebene Treibstoffproblematik auf.

Das Brunnenwasser erfüllt zwar nicht die hohen Kriterien der Trinkwasserqualität, wird aber auch nicht im eigentlichen Sinne aufbereitet. Im

Bedarfsfall erfolgt eine Desinfektion mit Chlortabletten, die für alle Brunnen vorgehalten werden. Nach Auflösen der Tabletten im Wasser wird davon ausgegangen, dass das Wasser hinreichend desinfiziert ist und keine coliformen Keime mehr vorhanden sind; allerdings erfolgt nur eine Desinfektion in einen seuchenhygienisch unbedenklichen Zustand, nicht aber eine Eliminierung von Wasserschadstoffen. Deshalb ist diese Art der Entkeimung nur in Katastrophen- und Zivilschutzfällen gestattet – und das chlorierte Wasser muss innerhalb von 15 Stunden verbraucht werden, damit die organischen Stoffe im Wasser nicht zur Bildung unerwünschter Verbindungen führt.

Wo Notbrunnen nicht vorhanden sind oder ausfallen, können – Treibstoff vorausgesetzt – auch Tanklastwagen Wasserverteilstellen versorgen.

Vorsorge-TIPP!

Um die Notbrunnen überhaupt nutzen zu können, brauchen Sie geeignete Behältnisse, die Sie bis zu 2 Kilometer weit tragen können.

Noch viel wichtiger erscheint mir jedoch, selbst Trinkwasser zu bevorraten. Dabei ist Folgendes zu beachten:

- Die genannte Trinkwassermenge von 2,5 Litern pro Person und Tag ist ein Durchschnittswert. Gerade in der Sommerzeit können gut und gern auch 3 oder 3,5 Liter Wasser erforderlich sein. Um etwas Abwechslung zu gewährleisten, sollten auch Fruchtsäfte, Gemüsesäfte, H-Milch (ungekühlt lagerbar, auch zur Essenszubereitung) und ähnliche Getränke bevorratet werden.
- Anhand dieser Mengenangaben, der Personenzahl in Ihrem Haushalt und der Zeit, die Sie überbrücken möchten, können Sie Ihren Getränkebedarf hochrechnen. 1 Woche ist das absolute Minimum, 2 Wochen sind besser, 4 Wochen – na ja, Sie ahnen es schon. Wenn man den genauen Zeitraum nicht kennt, den man überbrücken muss, gilt: je mehr, desto besser.
- Für die Körperpflege sollte auch in einer Notfallsituation ein zusätzlicher Bedarf von wenigstens 2 Litern Wasser täglich angenommen werden, um die der Wasservorrat zu erhöhen ist.
- Viele Menschen geraten bei solchen Mengen an Platzgrenzen. Allein aus Gründen der Stapelbarkeit sind Flaschen in Kästen besser. Es gibt aber auch Getränke in Kanistern, Verbundverpackungen, Wasser sogar in Tüten – wenn Sie geeignete Regale haben, nutzen Sie die für Sie platzsparendste Variante. Glasflaschen sind gegenüber Kunststoffflaschen zu bevorzugen, da diese Mikroplastikpartikel enthalten.
- Getränke sollten kühl und lichtgeschützt gelagert werden, sind aber trotzdem nur begrenzt haltbar. Aufgrund der langen Haltbarkeit ist ein Vorrat an kohlensäurehaltigem Mineralwasser sinnvoll. Noch viel wichtiger aber ist ein rotierender Verbrauch. Kaufen Sie Produkte, die Sie auch im Alltag trinken, lagern Sie davon so viel ein, wie Sie innerhalb der angegebenen Haltbarkeitsdauer verbrauchen, bedienen Sie sich an Ihren

Vorräten und füllen Sie diese regelmäßig nach.

- Für die Zubereitung von Säuglingsmilch und Babynahrung sind bestimmte Mineralwassersorten aufgrund des Mineralstoffgehaltes nicht geeignet; besser ist stilles Wasser beziehungsweise Tafelwasser, das nach Möglichkeit einen ausdrücklichen Eignungshinweis enthalten sollte. Fragen Sie im Zweifelsfall Ihren (Kinder-)Arzt. Gleiches gilt für sonstige spezielle Anforderungen Ihrer Familienmitglieder.

In dem Maße, in dem sich Ihre Reserven leeren, müssen Sie für Nachschub sorgen. Wenn es kein Wasser mehr zu kaufen gibt, spielen Behältnisse zum Wassertransport und zur Wasserlagerung eine wichtige Rolle:

- Wenn Sie den Blackout frühzeitig als solchen erkennen, füllen Sie die Gefäße, die Ihnen zur Verfügung stehen, mit Leitungswasser, solange dieses noch fließt. Gleiches gilt für den Fall, dass das Wasser zwischenzeitlich wiederkommt.
- Besser, als Wasser direkt in die Badewanne zu füllen, sind große, stabile, sackähnliche Wasserbehälter aus Kunststoff, die verschließbar sind und passgenau für Standardbadewannen angeboten werden. Stellen Sie sich zur Not ein Kunststofffass ins Bad.
- Zur Wasserbevorratung dienen auch Kanister in unterschiedlichster Ausführung und Größe; bei Platzmangel können auch Faltkanister verwendet werden, die erst bei Nutzung zur vollen Größe gebracht werden.
- Im Notfall dienen auch Eimer, Schüsseln, Gießkannen oder Plastikboxen zumindest zum Wassertransport und zur kurzfristigen Aufbewahrung.
- Sofern die Wasserbehälter nicht neu sind, müssen sie rückstandslos gereinigt werden, gegebenenfalls sollten Sie ein geeignetes Desinfektionsmittel verwenden. Auch beim Befüllen ist auf die Hygiene zu achten. Die Lagerung sollte möglichst kühl und lichtgeschützt erfolgen. Nach der Verwendung müssen die Behältnisse gereinigt werden und bei offenem Verschluss austrocknen.

Nutzwasser kann auf verschiedene Weise generiert werden:

- Um im Notfall Regenwasser aufzufangen, eignen sich zum Beispiel einfache Kinderplanschbecken.
- Professioneller wäre die Anbindung von Regentonnen oder sogenannten IBC-Containern (Intermediate Bulk Container, 1000-Liter-Wassertanks auf Paletten) an die Dachentwässerung.
- Im Winter kann Schnee als zusätzliche Wasserquelle geschmolzen werden.
- Und natürlich kann Wasser mit entsprechenden Behältnissen aus Gewässern geschöpft werden.

Das Wasser ist entweder als Nutzwasser verwendbar, etwa zum Waschen, für die behelfsmäßige Toilettenspülung oder als Löschwasserreserve, die vorsichtshalber neben offenes Feuer gestellt wird.

Oder Sie bereiten das Wasser auf, um es wie Trinkwasser zu benutzen. Ganz wichtig: Riskieren Sie keine Erkrankung aufgrund verschmutzten Wassers, denn Sie können sich im

Krisenfall keine Schwäche erlauben, und die medizinische Versorgung wird nur eingeschränkt zur Verfügung stehen.

Die klassische Variante ist das Abkochen des Wassers, was im Zweifelsfall nur auf offenem Feuer im Freien möglich sein wird. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von speziellen Wasserfiltern oder chemischen Präparaten. Diese gibt es zur Aufbereitung beziehungsweise Entkeimung, aber auch zur Haltbarmachung von Wasser. Wasservorräte werden damit für Monate haltbar, die Mittel selbst sind viele Jahre lagerbar. Damit erreichen Sie auch eine andere Wasserqualität als mit den Chlortabletten an den Notbrunnen. Eine gute Adresse ist der Campingfachhandel, weil auch die Wasserkreisläufe in Wohnwagen und – mobilen mit solchen Produkten keimfrei gehalten werden. Ein breites Angebot bietet beispielsweise der Weltmarktführer Katadyn.

Natürlich können Sie sich auch Ihren eigenen Brunnen bohren (lassen), wenn Sie die Möglichkeiten dazu haben. Analog zu den Notbrunnen erfolgt die Brunnenbohrung nur so tief, wie dies zur Wassergewinnung notwendig ist; oft handelt es sich nur um einige Meter. Der Bohrdurchmesser beträgt zwischen 30 und 60 Zentimetern. Sinnvollerweise sollte auch hier eine handbetriebene Pumpe verwendet werden. Gleichwohl halte ich einen eigenen Brunnen nicht für vordringlich und sehe ihn – wie ein Satellitentelefon – höchstens am unteren Ende der To-do-Liste der Vorsorgemaßnahmen für den Blackout-Fall.

Noch einige weitere Aspekte der Wasservorsorge:

- Gehen Sie sparsam mit Wasser um. Immer. Verzichten Sie bei einem Blackout auf jeglichen Wasserverbrauch, der nicht unbedingt erforderlich ist.
- Verwenden Sie bei absehbarer, längerer Wasserknappheit nach Möglichkeit Einweggeschirr und – besteck, damit Sie kein Wasser zum Spülen verwenden müssen. Mangels eines funktionierenden Geschirrspülers müssen Sie das Geschirr ansonsten von Hand spülen.
- In Ermangelung einer funktionierenden Waschmaschine ist auch das Waschen von Wäsche nur noch von Hand möglich. Allerdings gibt es stromlose (Reise-)Waschmaschinen, sowohl fußbetrieben als auch als Wash Bag zum Durchkneten der Wäsche. Zum behelfsmäßigen Wäschewaschen von Hand eignet sich Rei in der Tube.
- Wenn kein Wasser mehr aus der Leitung kommt, muss die Körperwäsche aus dem Eimer erfolgen. Allerdings gibt es stromlose, mit Wasserdruck betriebene Mobilduschen, die mit Wasser befüllt werden, dabei den Druck der Wasserleitung speichern und 7,5 Liter Fassungsvermögen in eine 4-minütige Duschzeit wandeln.
- Bei einem Stromausfall fällt in der Regel auch die Warmwasseraufbereitung via Heizung oder Boiler aus. Dies bedeutet Duschen und Waschen mit kaltem Wasser. Es gibt allerdings Solar-Campingduschen, die das enthaltene Wasser erwärmen, wenn man sie eine Zeit lang in die Sonne legt oder hängt.
- Und im absoluten Notfall gibt es für die Haarwäsche auch Trockenshampoo zu kaufen.

Es versteht sich von selbst, dass alle Produkte, die ich anspreche, im Vorfeld beschafft werden müssen.

Öffentliche Abwasserbeseitigung

Bei der Abwasserbeseitigung ist es ähnlich wie bei der Wasserversorgung: Überall, wo kein Gefälle besteht, sind Pumpen erforderlich. Und das bedeutet, dass man auch zur Abwasserentsorgung beinahe überall Strom braucht.

Dort, wo Schmutzwasserpumpen oder Hebeanlagen im Einsatz sind, fallen diese aus. Wenn das Abwasser nicht abtransportiert wird, also nicht abfließen kann, staut sich nachfließendes Abwasser zurück. Es gibt Rückstauklappen oder – ventile in den Leitungen, die etwa den Rückfluss von Abwässern aus der Kanalisation in das Gebäude verhindern und insbesondere tiefer liegende Gebäudeteile vor zurücklaufendem Wasser schützen sollen. Fehlende oder fehlerhafte Rückstausicherungen erfüllen diese Schutzfunktion aber natürlich nicht.

Im Kanalsystem gibt es Abwasserpumpwerke beziehungsweise – hebewerke zum Abtransport von Abwasser und zur Überwindung von Steigungen, die stromabhängig sind. Wie bei der Wasserversorgung gilt auch hier, dass diese ausfallen, sobald die Notstromkapazitäten erschöpft sind – falls sie überhaupt eine funktionierende Notstromversorgung haben, ansonsten schon früher. Das kann zur Verstopfung von Abwasserkanälen und lokalen Austritten aus den Kanälen führen, schlimmstenfalls auch zur Flutung einzelner Häuser. Dadurch steigt die Seuchengefahr.

Selbst Kläranlagen sind von einem Stromausfall betroffen – mit weitreichenden Folgen. Erneut gilt, dass diese ausfallen, sobald die Notstromkapazitäten erschöpft sind – falls sie überhaupt eine funktionierende Notstromversorgung haben, ansonsten schon früher.

In Kläranlagen erfordert das Druckbelüftungssystem des Belebungsbeckens der biologischen Stufe den größten Energieaufwand, gefolgt von den kontinuierlich laufenden Pumpen und den fortlaufenden Rührwerken. Schon nach 6 Stunden ohne Strom kann eine Kläranlage kippen. Der Wiederaufbau etwa der biologischen Stufe dauert viele Tage.

Fällt der Strom aus, fließt das Abwasser ungeklärt in Vorfluter, Kanäle oder Flüsse. Dadurch wird das Oberflächenwasser kontaminiert, mit Auswirkungen auf Flora und Fauna. Wenn auch die Wasserversorgung nicht mehr funktioniert, fließt außer Regen kaum noch Wasser durch die Abwasserleitungen. Durch den Wassermangel sinkt die Schmutzwassermenge, das heißt, die Konzentration im Wasser nimmt zu.

Auswirkungen in den Haushalten

Ist die Wasserversorgung ausgefallen, ist in den Spülkästen nur noch die aktuelle Wasserfüllung nutzbar; danach wird kein Wasser mehr nachgepumpt, und die Toilettenspülung fällt aus.

Wenn die Abwasserentsorgung ausgefallen ist, wird das Abwasser auch nicht mehr abgepumpt und wegtransportiert. Es entsteht schnell ein unappetitlicher Geruch.

Durch Rückstaus in Leitungen und Kanalisation kann es im schlimmsten Fall zu Abwasserrückflüssen etwa aus der Toilette oder großflächiger aus der Kanalisation kommen.

Vorsorge-TIPP!

1. Sammeln Sie Nutzwasser. Darauf bin ich bereits im Abschnitt »Trinkwasser-Notbrunnen« eingegangen.
2. Schaffen Sie Alternativen zur Toilettenbenutzung – und machen Sie sich frei davon, dass dieses Thema nicht wirklich appetitlich ist. Es gibt beispielsweise kompakte, portable Camping- beziehungsweise Chemietoiletten, in denen Abwasser und Fäkalien gesammelt werden, die dann manuell entsorgt werden müssen. Zudem gibt es Kompost- beziehungsweise Trockentoiletten als Sitzgestelle mit Tüten, auch als Trenntoiletten, bei denen der Urin separat abgeführt wird; in diesem Fall müssen die gefüllten Tüten entsorgt werden. Die Katzenstreu in Katzenklos bindet zumindest Flüssigkeiten, die verklumpen und trocken entsorgt werden können. Vorsichtshalber sollten Sie in jedem Fall einen kleinen Vorrat an Müllsäcken oder Tüten anlegen.
3. So banal wie wichtig: Bevorraten Sie Toilettenpapier. Die Bedeutung wird erst deutlich, wenn es so weit ist.
4. Prüfen Sie die ordnungsgemäße Funktion der Rückstauklappen oder – ventile in den Leitungen Ihres Hauses.

Ernährung:

Ernährungswirtschaft und Lebensmittelhandel

Bedeutung: Der Lebensmittelhandel funktioniert ohne Strom nicht mehr – die Lebensmittelerzeugung, vor allem die Tierhaltung, aber auch nicht. Die Aufbewahrung und Zubereitung von Lebensmitteln braucht im Alltag ebenfalls Strom. Es müssen Lösungen her.

Ausgangslage

Neben der Trinkwasserversorgung wird die Lebensmittelversorgung sehr schnell zu einem (lebens-)bedrohlichen Problem für weite Kreise der Bevölkerung.

Vorbei sind die Zeiten der Speisekammern und Vorratskeller. Ein durchschnittlicher Mitteleuropäer, ganz besonders in urbanen Gebieten, hat heutzutage nur noch für 4 Tage Lebensmittel im Haus – einige haben mehr, viele haben weniger. Vor jedem verlängerten oder Feiertagswochenende kann man die Auswirkungen in den Supermärkten sehen.

Umfragen aus allen drei D-A-CH-Staaten zeigen im Prinzip die gleiche Tendenz:

- In der Schweiz haben 15 Prozent der Befragten gar keine Vorräte, bei 55 Prozent reichen sie für 3 Tage, bei 30 Prozent ist ein darüber hinausgehender Notvorrat vorhanden.
- In Deutschland reichen bei knapp 70 Prozent die Lebensmittelvorräte für mindestens 3 Tage. Fragt man nach mindestens 7 Tagen, sind es noch rund 30 Prozent und bei 14 Tagen 15 Prozent.
- In Österreich wurden verschiedene Szenarien abgefragt. Im Alltag – also ohne Ausfall von Strom und Wasser – haben 5 Prozent der Haushalte ab dem vierten Tag keine Vorräte mehr, wenn die Geschäfte geschlossen bleiben. Bei einem Blackout – also wenn Strom und Wasser ausfallen und keine Einkaufsmöglichkeiten mehr bestehen – sind bereits fast 40 Prozent der Haushalte ab dem vierten Tag nicht mehr in der Lage, sich vollständig selbst zu versorgen. Nach 7 Tagen wären zwei Drittel der Bevölkerung betroffen.

Lebensmittelhandel

Dafür verantwortlich ist paradoxerweise, dass wir unter normalen Umständen auch keine Vorräte für eine längere Dauer mehr brauchen, denn die Geschäfte sind (fast) immer geöffnet und lassen uns aus dem Vollen schöpfen.

Doch um Lagerkapazitäten und – bestände einzusparen, werden die Lebensmittelgeschäfte und Supermärkte just in time beliefert, das heißt genau dann, wenn sie Nachschub brauchen. Die Lebensmittelnachschubversorgung findet automatisiert statt – insofern brauchen die Läden kaum noch eigene Vorräte.

Bei einem Blackout führt das aber dazu, dass der Lebensmittelhandel keine neuen Lieferungen mehr bekommt. Denn die externen Lager sind computergesteuert, die Lagerbestände nur digital erfasst, ohne PC sind nicht einmal die Lagerplätze der Produkte im Hochregallager auffindbar. Apropos Hochregallager: Sobald die Batterien der Gabelstapler leer sind, kommt man auch an nichts mehr ran. Und natürlich besteht auch hier die Problematik einer funktionierenden Transportlogistik vom Zentrallager zum einzelnen Geschäft.

In den Läden fällt unterdessen mangels Notstromversorgung jegliche Infrastruktur aus. Elektrische Türen, ob Schiebetüren oder Drehtüren, schließen oder öffnen nicht mehr. Das Licht fällt aus, das heißt, die fensterlosen Supermärkte sind dunkel – und im Winter kalt, weil auch die Heizung nicht mehr geht. Die Kassenbänder und die elektronischen Kassensysteme samt angeschlossenem Warenwirtschaftssystem und EC-Terminals versagen ihren Dienst. Üblicherweise ist das der Moment, in dem die Marktleitung »von oben« die Anordnung erhält, den Laden ganz zu schließen. Durch die ausfallende Kühlung werden die Kühlketten unterbrochen, Waren beginnen zeitnah zu verderben. Das gilt auch für frische Produkte wie Obst und Gemüse.

Kleine Geschäfte ohne elektrische Türen, mit lichtdurchlässigen Fenstern und der Bereitschaft, Barzahlung zu akzeptieren, bleiben unter Umständen noch geöffnet, bis ihre Ware aufgrund der großen Nachfrage ausverkauft ist – und es ist ganz klar absehbar, dass Hamsterkäufe einsetzen, sobald der Krisencharakter der Situation erkennbar ist. Ob Ladeninhaber angesichts des schwindenden Bargelds in den Geldbörsen ihrer Kunden bereit sind, »anschreiben« zu lassen, ist allerdings fraglich.

Ob vor geschlossenen Supermärkten, wegen fehlenden Bargelds oder vor

leeren Regalen: Die Sorge, sich und ihre Familien nicht versorgen zu können, treibt Menschen sehr bald zu Tumulten, Diebstahlversuchen und Plünderungen. Wenn Sie sich das nicht vorstellen können, bedenken Sie: Wer keinerlei Vorräte (mehr) zu Hause hat, für den geht es um das blanke Überleben – und da treten zivilisatorische Regeln und Höflichkeiten durchaus in den Hintergrund, wie ich selbst in Krisengebieten erlebt habe. Doch wenn die Infrastruktur von Supermärkten zerstört wird, verzögert sich die Wiederherstellung der Versorgung umso mehr.

Welche Alternativen bleiben also? Bei frei stehenden Getränke- oder Lebensmittelautomaten sieht es nicht besser aus als bei den Läden: Ohne Strom geht gar nichts. Auf dem Land kann man sich direkt an die Produzenten von Nahrungsmitteln wenden, beispielsweise an den Bauern von nebenan – doch der ist, ob mit oder ohne Hofladen, genauso limitiert wie die Lebensmittelgeschäfte. Und prinzipiell gilt das Beschriebene auch für den Lebensmittelkauf in Gaststätten, wo neben Licht und Heizung auch die Elektrogeräte in der Küche, elektrisch betriebene Getränkezapfanlagen sowie Boniersystem und Kassen ausfallen – und natürlich sämtliche Kühlgeräte.

Staatliche Lebensmittelbevorratung

Die Bevölkerung bedarfsgerecht zu versorgen wird zur vorrangigen Aufgabe für die Behörden. Allerdings kann das geschilderte Ausmaß an Hilfsbedürftigkeit auch mit der besten organisierten Hilfe der Welt nicht flächendeckend bewältigt werden – dafür reden wir etwa in Deutschland über viel zu viele Millionen Menschen, viel zu große Entfernungen und eine viel zu kurze Vorlaufzeit, bis die Not existenziell wird. Gleichwohl hängt davon nicht nur das Überleben zahlreicher Menschen, sondern auch die Aufrechterhaltung der öffentlichen Ordnung ab.

Das Problem ist nicht in erster Linie das Vorhandensein der Lebensmittel. Die Schweiz verfügt beispielsweise über Lebensmittelpflichtlager für rund 4 Monate. Doch bis die Verteilung an die Bevölkerung organisiert ist, dauert es Tage.

In Deutschland ist es ebenso: Es gibt eine Lebensmittelbevorratung im Rahmen der staatlichen Ernährungsvorsorge, für deren Lagerung die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) verantwortlich ist. Im Rahmen der zivilen Notfallreserve werden Reis, Hülsenfrüchte, Vollmilchpulver

und Kondensmilch sowie im Rahmen der *Bundesreserve Getreide* Weizen, Roggen und Hafer bevorratet.

Doch damit sind zwei Probleme verbunden: Zum einen erfolgt die Lagerung in Hallen, die von gewerblichen Lagerhaltern betrieben werden; die Kondensmilch wird gleich direkt in den Werkslagern der Hersteller bevorratet. Der Staat hat damit aus Kostengründen die tatsächliche Kontrolle über die Ware abgegeben und ist darauf angewiesen, dass Unternehmen sich im Ernstfall an vertragliche Vereinbarungen halten beziehungsweise dazu in der Lage sind.

Zum anderen wiederholt sich hier die Problematik der Treibstoffversorgung: Die Frage der Transportlogistik ist von so vielen Aspekten abhängig, dass deren zuverlässiges Funktionieren nicht sicher vorausgesagt werden kann. Das Konzept der staatlichen Ernährungsvorsorge stammt aus Zeiten des Kalten Krieges, als man mit Befehl und Gehorsam und einer gigantischen Fahrzeugflotte auf dem Lagetisch Material von A nach B verschieben konnte. Die flächendeckenden Einschränkungen, die ein Blackout mit sich bringt, konnten damals gar nicht bedacht werden.

Vorsorge-TIPP!

Dass bei einer eingeschränkten Versorgung sparsam mit Nahrungsmitteln umgegangen werden muss, versteht sich von selbst.

Obwohl der Begriff des Notvorrats vielen etwas antiquiert erscheinen mag: Ein Notvorrat (»Rat vor Not«) ist schon deshalb zeitgemäß, weil er unentbehrlich ist. Der alte Schweizer Slogan »Kluger Rat – Notvorrat« macht deutlich, dass es klug ist, vorauszudenken.

Allerdings möchte ich zwischen Notvorrat und einer allgemeinen Vorratshaltung unterscheiden. Ein Notvorrat ist aus meiner Sicht ein reiner Vorrat für Notzeiten: Er wird einmal gekauft, mit dem Beschaffungsdatum beschriftet, kühl und trocken eingelagert und dann quasi vergessen; er wird nicht im Alltag verbraucht.

Dafür gibt es verbrauchsfertige Fertignahrung, die 15 oder 20 Jahre und länger haltbar ist; denken Sie etwa an die Einmannpackung (EPa) der Bundeswehr oder an die Meal, Ready-to-Eat (MRE) der U.S. Army, die es auch selbsterhitzend gibt. Auch auf dem zivilen Markt werden Überlebensrationen, Sondernahrung für Ernährungshilfe, komprimierte Nahrungsmittelriegel, Notfallkekse, Trockennahrung, Langzeitkonserven oder Dosenbrot mit langjähriger Haltbarkeit angeboten. Die Angebote sind vielfältig und geschmacklich abwechslungsreich, sollten aber vorher probiert werden.

Anders sehe ich eine allgemeine, in den Alltag integrierte Vorratshaltung. Es gibt verschiedenste Checklisten von unterschiedlichsten Organisationen, wie viel wovon bevorratet werden sollte; wenn Sie beispielsweise auf die Internetseite des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) schauen, werden Sie schnell fündig.

Letztlich geht es darum, dass

- Sie eine ausreichende Menge für alle in Ihrem Haushalt lebenden Personen

bevorraten; wie beim Trinkwasser gilt: 1 Woche ist das absolute Minimum, 2 Wochen sind besser – und wenn man den genauen Zeitraum nicht kennt, den man überbrücken muss, gilt: je mehr, desto besser;

- eine ausgewogene Zusammenstellung der Lebensmittel erfolgt, die beispielsweise den Bedarf an Eiweiß, Kohlenhydraten und Fetten berücksichtigt und auch lebenswichtige Vitamine, Vitalstoffe, Mineralstoffe sowie Spurenelemente enthält;
- Sie Ihre individuellen Essgewohnheiten berücksichtigen und auch süße oder besonders leckere Produkte vorhalten;
- die persönlichen Bedürfnisse etwa von Säuglingen, Kleinkindern, Schwangeren, Diätpatienten oder Vegetariern berücksichtigt werden; wenn Sie Haustiere haben, dürfen Sie auch deren Futtervorrat nicht vergessen.

Für die Praxistauglichkeit und die langfristige Haltbarkeit der Vorräte erscheint mir auch hier ein rotierender Verbrauch entscheidend. Kaufen Sie Produkte, die Sie auch im Alltag essen, und lagern Sie davon so viel ein, wie Sie innerhalb der angegebenen Haltbarkeitsdauer verbrauchen. Vermerken Sie gegebenenfalls das Kaufdatum. Bedienen Sie sich an Ihren Vorräten für den täglichen Bedarf und füllen Sie diese regelmäßig nach, gemäß dem Prinzip »first in, first out«. Dazu gehören natürlich auch frische Lebensmittel wie Obst und Gemüse – eben so viele, wie Sie innerhalb der Haltbarkeit verzehren.

Auch im Alltag lässt es sich entspannter leben, wenn man sich nicht vor jedem Feiertagswochenende ins Getümmel stürzen muss oder wenn man sonntagmorgens einfach mal ein paar Aufbackbrötchen in den Backofen schieben kann, statt sich durch einen Regenschauer zum Bäcker durchzukämpfen.

Die Lebensmittelaufbewahrung wird ohne Strom zur nächsten Herausforderung. In dem Moment, in dem der Strom ausfällt, versagen Kühlschrank, Gefrierschrank und Tiefkühltruhe ihren Dienst.

Um das Problem so gering wie möglich zu halten, sollten möglichst wenige Lebensmittel elektrisch gekühlt werden müssen; bei frischen oder offenen Lebensmitteln bieten sich beispielsweise das Vakuumieren oder Einwecken zur Haltbarmachung an. Dafür werden spezielle Geräte wie ein Einweckautomat benötigt.

Wichtig: Moderne, gut isolierte Kühlschränke müssen erst nach einigen Stunden Versorgungsunterbrechung ausgeräumt werden, Tiefkühlgeräte halten die Kälte noch länger. Um den Kälteverlust nicht zu beschleunigen, sollten die Geräte nicht unnötig geöffnet werden.

Es gibt einige Möglichkeiten der Behelfskühlung, zum Beispiel

- gasbetriebene Kühlboxen;
- Kühlboxen oder – taschen auch für Kühl-Akkus; selbst im Moment des Stromausfalls können noch zu drei Vierteln gefüllte Plastikflaschen in den Eisschrank gestellt werden, die später eine Zeit lang Kälte abstrahlen;
- unterirdische Kellerräume;
- bei Minustemperaturen Außenbereiche wie den Balkon; beachten Sie aber, dass dies Tiere anziehen kann – und Gelegenheitsdiebe;
- im Winter gegebenenfalls Eis und Schnee.

Das Einlagern von Gefriergut bei den Nachbarn ist hingegen nicht möglich, da auch dort der

Strom ausgefallen ist.

Letztlich haben Sie aber keine Wahl: Wenn der Strom nicht wiederkommt, müssen Sie Kühl- und Gefriergeräte ausräumen. Es stellt sich nicht die Frage, ob Sie Ihr Gefriergut noch einmal einfrieren können; vielmehr geht es darum, dass es nicht verdirbt und Sie noch etwas davon haben. Prüfen Sie anhand des Geruchs und gegebenenfalls einer Kostprobe, ob es noch gut ist. Falls möglich: Verkochen beziehungsweise essen Sie Schnellverderbliches zuerst – als Daumenregel mag gelten: zuerst aus dem Kühlschrank und dann aus der Tiefkühltruhe. Was Sie nicht selbst rechtzeitig essen können, lässt sich vielleicht in der Nachbarschaft gegen länger Haltbares tauschen.

Auch die Lebensmittelzubereitung ist nicht mehr so einfach möglich. Alle elektrisch betriebenen Küchengeräte wie Elektroherd, Backofen, Mikrowelle, Fritteuse, (Multifunktions-)Küchenmaschine, Wasserkocher, Babyflaschenwärmer, Kaffeemaschine, Mixer oder Saftpresse funktionieren nicht mehr.

Um das Problem so klein wie möglich zu halten, sollten Sie auch Lebensmittel bevorraten, die ohne weitere Zubereitung gegessen werden können (zum Beispiel Konserven im Gegensatz zu Tütensuppen, die Wasser brauchen und erwärmt werden müssen).

Zudem gibt es verschiedenste Ersatzkochgelegenheiten, zum Beispiel

- den klassischen Gas- oder Holzkohlegrill, wie er in vielen Haushalten vorhanden ist, aber nur zur Benutzung im Freien;
- einfache Behelfsgrills, bei denen ein Grillrost über einem offenen Feuer liegt, gegebenenfalls auch über einer Feuertonne;
- Kochkessel, die über ein Lagerfeuer gehängt werden;
- einfache Holzkocher, in denen Holz verbrannt wird und auf die ein Kochgefäß gestellt werden kann;
- Campingkocher mit Gaskartuschen;
- Mehrstoffkocher, die mit Benzin, Diesel, Kerosin, Petroleum, Reinbenzin oder Turbinentreibstoff arbeiten; besonders interessant sind Petroleumöfen, die zum Kochen und auch zum Heizen verwendet werden können;
- Spirituskocher, die auch Ethanol verbrennen und so in geschlossenen Räumen eingesetzt werden können;
- Solarkocher, die zwar noch in den Kinderschuhen stecken, aber perspektivisch dank Sonnenlicht genutzt werden können;
- Edelstahldosen, die ein Hitzekissen enthalten, das die Nahrung erhitzt;
- haushaltsübliche Fondue-Sets mit Brennpaste oder Spiritus;
- einfaches Raclette mit Rechaudkerzen/Teelichtern;
- hilfsweise kleine Esbit-/Trockenspiritus-Kocher für unterwegs.

Es versteht sich von selbst, dass – je nach gewünschter Lösung – ein entsprechender Vorrat an Gasflaschen/-kartuschen, sonstigem Brennstoffvorrat, Zubehör sowie gegebenenfalls Grillanzündern vorhanden sein muss – ebenso wie Streichhölzer oder Feuerzeuge zum Anzünden, wobei sich Outdoor-Streichhölzer oder Sturm-/Benzinfeuerzeuge besser für den Außenbereich eignen. Sinnvollerweise sollten auch für Feuerzeuge Ersatzbenzin und eventuell Feuersteine bevorratet werden.

Zudem sind zur Verwendung auf Campingkochern spezielle, leichte Campingkochutensilien besser geeignet als herkömmliche Töpfe und Pfannen aus der Küche.

Wichtig: Aufgrund der Einschränkungen, denen auch die Rettungsdienste unterworfen sind, sollte vorsichtshalber in gewissem Umfang auch an einen vorbeugenden Brandschutz gedacht werden, etwa Feuerlöscher, Löschdecke oder eine Löschwasserreserve, die vorsichtshalber neben offenes Feuer gestellt wird.

- ***Literaturempfehlung:***

In meinem Buch *Ratgeber Einbruchschutz und Heimverteidigung* (ISBN: 978-3-86445-567-4) gehe ich auch auf Schutzmaßnahmen zum Brandschutz ein.

Die beste Kochmöglichkeit bieten fest installierte Dauerbrandherde mit Rauchabzug, die mit Holz oder Kohle betrieben werden, mit denen gekocht, gebraten und gebacken werden kann und die zugleich eine Heizfunktion haben.

Ernährungswirtschaft

Alle Systeme für Anbau, Ernte, Transport und Kühlung sind stromabhängig, die Gewächshäuser gar computergesteuert beleuchtet, bewässert und klimatisiert. Angesichts der Zeit, die von der Saat bis zur Ernte vergeht, ist absehbar, welche Folgen ein Blackout für die Landwirtschaft hat.

Noch schlimmer trifft es die Tierhaltung. Im Prinzip handelt es sich dabei heutzutage um eine komplett automatisierte Industrieproduktion, vom Belüften und Beheizen der Ställe über Füttern und Tränken bis hin zum Melken und Entmisten. Wenn die Hightech-Unterstützung plötzlich ausfällt, verenden bereits binnen Stunden die ersten Tiere, nach und nach setzt ein Massensterben von Millionen Tieren ein.

Ich will das für einige Bereiche beispielhaft verdeutlichen:

- Kühe verbrauchen täglich über 100 Liter Wasser und werden bis zu zehnmal pro Tag von einem Futterroboter versorgt. Schon die Kälbchen werden nicht etwa von den Zitzen ihrer Muttertiere gesäugt, sondern von den Schläuchen der Milchautomaten. Zwei- bis viermal am Tag wird eine Kuh gemolken – aber auch nicht etwa von der liebevollen Hand eines Bauern, sondern von vollautomatischen Melkrobotern, die die Tiere selbstständig aufsuchen, wenn ihre Euter voll sind. Futter- und Melkstand

jeder einzelnen Kuh werden vom Computer erfasst und gesteuert, bei Problemen erfolgt eine Alarmierung und Gegensteuerung per Smartphone. Werden die Kühe nicht rechtzeitig gemolken, erleiden sie Schmerzen, und ihre Euter entzünden sich, was für die Tiere bald lebensbedrohlich wird; ein Melken von Hand ist aufgrund der großen Anzahl von Tieren auf typischen Bauernhöfen aber längst nicht mehr möglich. Sofern Kühe dieses traumatische Erlebnis überleben, mindert sich danach die Milchproduktion. Auch die Milch wird übrigens automatisch analysiert und fließt in einen gekühlten Milchtank, der regelmäßig von einem Milchtankwagen geleert wird. Ohne Strom verdirbt die warm gewordene, nicht abgeholte Milch.

- Ferkel brauchen, um nicht zu erfrieren, eine Umgebungstemperatur von 30°C, die durch Wärmelampen oder eine Bodenheizung im Ferkelnest erzeugt wird; Außenklimaställe werden im Winter beheizt und im Sommer mit Ventilatoren gekühlt. Außerdem stellt eine Zwangsbelüftung sicher, dass genügend Sauerstoff in den Stall gelangt, damit die Schweine nicht ersticken. Und auch der Transport des Futters aus dem Silo bis zur Fütterungsanlage einschließlich seiner Verarbeitung erfolgt vollautomatisch mit Strom.
- Auch neu geschlüpfte Küken brauchen eine Umgebungstemperatur von – in diesem Fall – 36°C, die durch Wärmelampen erzeugt wird. Ohne automatisches Ausmisten der Hühnerställe sowie Stallentlüftung steigt die Ammoniakbelastung an – und durch die fehlende Hygiene die Seuchengefahr.

Vorsorge-TIPP!

1. Es kann nicht schaden, sich ein wenig mit Fragen der Selbstversorgung zu beschäftigen, vor allem in fruchtbaren Gegenden oder Obstanbaugebieten. Sollte ein Blackout wirklich lange andauern und der anschließende Wiederaufbau der Infrastruktur noch länger, werden diejenigen einen Vorteil haben, die wenigstens etwas Obst und Gemüse aus ihrem Garten ernten können.
2. Gleiches gilt für die Kleintierhaltung. Gerade in nicht ländlichen Gebieten wird kaum jemand auf die Idee kommen, eine Ziege oder ein paar Hauskaninchen zu halten. Aber im Ernstfall haben ganz einfach diejenigen einen Vorteil, die beispielsweise ein paar Hühner im Stall stehen haben, wofür oft ein herkömmlicher Bauwagen zweckentfremdet wird.
3. Der Aufwand, eine Fischerprüfung abzulegen, um einen Fischereischein zu bekommen, oder eine Jägerprüfung zu absolvieren, um einen Jagdschein zu erhalten,

ist rein unter dem Aspekt der Notfallvorsorge unverhältnismäßig hoch. Beide Ausbildungen erfordern vielmehr echtes Interesse an der Materie. Gleichwohl haben die Hunderttausenden Angler und Jäger in Deutschland natürlich einen unübersehbaren Vorteil in Sachen Selbstversorgung.

4. Das A und O ist Know-how. Selbst wenn Sie vieles von dem, was nötig wäre, im Vorfeld nicht vorbereiten, anschaffen, einlagern oder organisieren können, ist entscheidend, dass Sie im Fall der Fälle nicht hilflos sind, sondern wissen, was zu tun ist.

Finanz- und Versicherungswesen:

Banken, Börsen, Versicherungen, Finanzdienstleister

Bedeutung: Wenn Sie Dinge brauchen, die Sie nicht haben, und Nachschub für das benötigen, was Sie verbrauchen, müssen Sie dafür bezahlen können. Doch es gilt sehr schnell das Prinzip »Nur Bares ist Wahres« – und damit wird es schwierig. Umso wichtiger ist es, sich im Vorfeld zu vergegenwärtigen, was ein Blackout bei den Banken bewirkt. Die Bedeutung von Börsen, Versicherungen und Finanzdienstleistern erscheint mir in der unmittelbaren Notfallsituation eher nachrangig, deshalb gehe ich darauf nicht ein.

Banken

In Europa laufen heute 85 bis 90 Prozent der Finanztransaktionen elektronisch ab. Doch alle elektronischen Zahlungssysteme fallen im Zweifelsfall bei einem Blackout aus. EC- und Kreditkartenzahlungen in Geschäften oder Restaurants sind nicht mehr möglich, weil die Kartenlesegeräte nicht mit Strom versorgt werden und keinen Zugang zum Zentralrechner haben. Wie schnell das Internet ausfällt, habe ich beschrieben. Online-/E-Banking, aber auch normale

Überweisungen am Automaten, sind nicht mehr möglich. Auch auf Ihr Aktienvermögen haben Sie keinen Zugriff mehr.

Sobald die Menschen realisieren, dass sie nur noch mit Bargeld bezahlen können, wollen sie so viel Geld wie möglich abheben und ihre Kontoguthaben plündern oder ihren Überziehungsrahmen ausschöpfen. Man kann sich ausmalen, wie lang die Schlangen der Wartenden werden, wie umständlich die Identifikation der Kunden ist, wenn sie sich persönlich ausweisen und legitimieren müssen, und wie langwierig das Ausfüllen der Barauszahlungsformulare von Hand ist.

Doch Erfahrungen zeigen, dass die Banken die Ausgabe von Bargeld am Schalter auf ein bestimmtes Maximum begrenzen oder ganz einstellen, um zu verhindern, dass es zu einem unkontrollierten ***Bank Run*** der Bevölkerung auf das Bargeld kommt – denn es gibt nicht genügend Bargeld, um alle Kontoguthaben auszuzahlen; heute existieren nicht einmal 10 Prozent des weltweiten Geldes in bar.

Sobald sie die Konsequenzen verstanden haben, wird auch hier die Sorge, sich und ihre Familien nicht versorgen zu können, die Menschen sehr bald zu Tumulten treiben, zumal hier noch das Gefühl hinzukommt, ungerecht behandelt zu werden, sein eigenes Geld nicht zu erhalten und möglicherweise um sein Erspartes gebracht zu werden.

Doch auch die Bankautomaten spucken kein Geld mehr aus. Diejenigen, die nicht an eine Filiale und damit an ein Notstromsystem angeschlossen sind, fallen sofort aus. Die anderen bleiben grundsätzlich funktionsfähig, solange die Banken notstromversorgt sind – doch es wird kein Bargeld mehr nachgefüllt, weil auch die Bankfilialen keinen Bargeldnachschub mehr erhalten. In dem Moment können die Filialen schließen, womit es übrigens auch keinen Zugang zu den Bankschließfächern mehr gibt.

Grundsätzlich müssen die Menschen also mit der Menge Bargeld auskommen, die sie zum Zeitpunkt des Blackouts in ihren Geldbörsen haben, die im Küchenschrank liegt oder in den Spardosen der Kinder steckt. Und das ist nicht viel. Statistisch gesehen hat jeder Bundesbürger ganze 103 Euro Bargeld bei sich oder zu Hause. Natürlich handelt es sich dabei um einen Durchschnittswert, und viele Leute haben gar nichts einstecken – nicht etwa weil sie kein Geld hätten, sondern weil sie schlichtweg länger nicht mehr am Geldautomaten waren. Oder weil sie sich auf ihre EC- und Kreditkarten verlassen haben; nebenbei bemerkt wird diese Tendenz durch den Trend zur Bargeldabschaffung weiter verschärft.

Die Situation wird übrigens auch durch die Tatsache verschärft, dass die steigende Nachfrage nach Produkten und deren schrumpfendes Angebot die Preise in die Höhe treiben und die durchschnittlichen 103 Euro an Wert verlieren, genauer gesagt an Kaufkraft. Denn letztlich erhält derjenige, was er möchte, der am meisten dafür – bar – bezahlen kann.

Vorsorge-TIPP!

1. Sie brauchen ein Minimum an Bargeld zu Hause, möglichst in kleineren Scheinen.
2. Wenn Sie in Grenznähe wohnen, kommt natürlich auch die Währung Ihres Nachbarlandes infrage, das heißt Schweizer Franken, Dänische Krone, Polnischer Złoty oder Tschechische Krone beziehungsweise aus österreichischer Sicht auch Ungarischer Forint.
3. In der Krise ist der Bauer König – oder derjenige, der etwas anzubieten hat, was Sie brauchen. Er kann im Prinzip den Preis diktieren. Krisensituationen waren immer eine Sternstunde für Edelmetalle. Wenn es hart auf hart kommt, haben oft nur noch Gold und Silber gezählt. Wenn Sie diese Erfahrung aufgreifen wollen, achten Sie auf kleine Stückelungen. Denn was will man schon mit einer Unze Gold im Wert von mehr als 1000 Euro bezahlen?
4. Krisenzeiten waren auch schon immer die Zeiten der Tausch- und Schattenwirtschaft. Nein, fangen Sie nicht an, Alkohol und Zigaretten für den Eventualfall einzulagern, wenn Sie kein Raucher sind. Aber verinnerlichen Sie sich das Prinzip. Vielleicht haben Sie ja etwas anzubieten, was Ihnen gar nicht bewusst ist. Ob Werkzeug oder Saatgut – bei einem Blackout bekommen Dinge eine Priorität, die sie in unserem normalen Alltag nicht haben.

- ***Literaturempfehlung:***

Zur Aufbewahrung von Geld und Edelmetallen möchte ich auch in diesem Zusammenhang auf mein Buch *Ratgeber Einbruchschutz und Heimverteidigung* (ISBN: 978-3-86445-567-4) verweisen, insbesondere auf das Kapitel »Spezielle Wertsachensicherung«.

Transport und Verkehr:

Luftfahrt, Seeschifffahrt ,Binnenschifffahrt, Schienenverkehr, Straßenverkehr, Logistik

Bedeutung: Wenn die verkehrstechnische Infrastruktur, die Steuerung und Organisation der Verkehrsträger sowie die elektrisch betriebenen Elemente der Verkehrsmittel auf Straße, Schiene, in Luft und Wasser nur noch eingeschränkt funktionieren oder ganz ausfallen, hat das nicht nur Folgen für Gütertransport und Logistik, sondern auch für die Mobilität jedes Einzelnen. Wenn man unterwegs ist, kommt man nicht mehr ohne Weiteres nach Hause. Und wenn man – warum auch immer – woanders hin will, wird dies ohne Verkehrsmittel schwierig.

Straßenverkehr

Je nachdem, wo Sie Ihr Auto geparkt haben, kann der Ausfall des elektrischen Garagentores beziehungsweise der Schranken oder Rollgitter des Parkhauses Ihre Mobilität schon im Keim ersticken. In Sachen Parkhaus ist auch zu beachten, dass es dort je nach baulichen Gegebenheiten aufgrund der ausgefallenen Entlüftung durch die Autoabgase gefährlich werden kann.

Sollten Sie es auf die Straße schaffen, wird es nicht unbedingt sicherer. Die Straßenlampen leuchten nicht mehr. Das Verkehrsmanagement mittels Verkehrsbeeinflussungsanlagen und Tunnelsteuerungen fällt ebenso aus wie Verkehrsleitsysteme mittels Wechselverkehrszeichen. Auch Ampeln funktionieren nicht mehr, nachdem es zuvor noch zu einer Fehlsteuerung kommen kann, wodurch etwa mehreren Beteiligten grünes Licht angezeigt wird. Es ist absehbar, dass ein Blackout recht schnell – insbesondere auf großen Straßenkreuzungen – zu zahlreichen Unfällen führt, auch mit Schwerverletzten und Todesopfern.

Dies wiederum führt zu Kreuzungs- und Straßenblockaden. Sofern Straßenbahnen nicht aufgrund des Stromausfalls stehen bleiben, werden sie von Autos behindert und tragen zum weiteren Zusammenbruch des Verkehrs bei. Wegen fehlender Belüftung und (Not-)Beleuchtung sowie der Blockade der

Schrankenanlagen werden die Tunnel gesperrt, was ebenfalls zu Rückstaus führt. Insbesondere in Metropolen und Ballungsräumen sind chaotische Zustände mit langen Staus zu erwarten, die den privaten wie den öffentlichen Verkehr in urbanen Räumen rasch zum Erliegen bringen.

Davon ist auch der Busverkehr betroffen. Falls autonome Betankungsanlagen vorhanden und notstromversorgt sind, kann der Busverkehr noch eine Zeit lang in eingeschränktem Umfang weiterfahren – doch es kommt zu Verspätungen, und erste Linien fallen aus.

Letztlich wirkt sich das Verkehrschaos auf alle Fahrzeuge und auf alle Verkehrsteilnehmer aus: Auch Krankentransporte und Notrettung, Einsätze zur Inbetriebnahme von Notstromaggregaten und zur Treibstoffversorgung, Feuerbekämpfung, Versorgung von Einsatzkräften sowie zahlreiche weitere Maßnahmen zur Schadensbewältigung werden dadurch behindert und eingeschränkt.

Das macht es für die Einsatzkräfte nicht leichter, die wichtigsten Verkehrsachsen durch Räumungen, Sperrungen und Fahrverbote wieder frei zu machen und frei zu halten. Doch es ist essenziell, so schnell wie möglich (überregionale) Transportachsen einzurichten, damit überhaupt die Maßnahmen des staatlichen Katastrophenschutzes stattfinden können.

Vorsorge-TIPP!

1. Bleiben Sie so viel und so lange wie möglich zu Hause. Wenn es nicht anders geht, beschränken Sie sich auf die nötigsten Wege. So sparen Sie Treibstoff und vermeiden unnötige Gefährdungen.
2. Private Fahrzeuge sind einsatzfähig, solange das vorrätige Benzin im Tank reicht. Tanken Sie im Alltag stets nach, wenn der Tankstand die Hälfte unterschreitet beziehungsweise wenn Sie bei Fernreisen Ihr Reiseziel erreicht haben. Damit ist meistens die Rückreise gesichert.
3. Führen Sie im Auto immer einen Ersatzkanister mit. Aus Sicherheitsgründen sollte dieser so weit wie möglich von den reisenden Personen entfernt stehen, idealerweise im Kofferraum. In Deutschland darf ein Reservekanister in Privatfahrzeugen maximal 60 Liter Sprit fassen und muss dicht, fest verschließbar und bruchsicher sein. In Österreich liegt die zulässige Menge bei 10 Litern, in der Schweiz bei 25 Litern.
4. So, wie sich bei einem Blackout Ihr Bedarf an Waren und Gütern verändert, kann sich auch ein unüblicher Transportbedarf ergeben. Für sperrige Gegenstände oder größere Mengen – wovon auch immer – ist ein Pkw-Anhänger eine gute Transportmöglichkeit, aber auch eine Heckbox, eine Dachbox oder ein Dachgepäckträger. Wenn Sie im Alltag dafür keinen Nutzen haben, ist die Investition für den Eventualfall gegebenenfalls

aber zu groß.

5. Für den Fall, dass Sie Ihr Auto nicht mehr nutzen können, sollten Sie über Alternativen für Personenbeförderung und Materialtransport verfügen, etwa Fahrräder, Bollerwagen, Sackkarre, Schubkarre oder Einkaufswagen.

Zugverkehr

Grundsätzlich gibt es in Deutschland, Österreich und der Schweiz ein eigenes Bahnstromnetz, das weitgehend unabhängig vom öffentlichen Netz betrieben wird, sogar mit einer eigenen Frequenz von 16⅔ beziehungsweise 16,7 Hertz statt 50 Hertz. Teilweise stammt die Energie für das Bahnstromnetz jedoch aus dem öffentlichen Hoch- beziehungsweise Höchstspannungsnetz, wobei die Frequenz in Bahnstromumformer- beziehungsweise Bahnstromumrichterwerken umgeformt wird. Schon dadurch ergeben sich wechselseitige Auswirkungen, auch wenn die Bahn die Stromversorgung ihrer Züge für eine gewisse Zeit aufrechterhalten kann und in verschiedenen Bereichen notstromversorgt ist.

Die schienengebundenen Verkehrsträger sind aber letztlich auf Elektrizität als Antriebskraft angewiesen. Fällt der Strom aus, kommt der stromversorgte Schienenverkehr abrupt zum Stillstand und bleibt auf offener Strecke liegen. Dies betrifft Züge, U- und S-Bahnen gleichermaßen; gerade U-Bahnen werden so für die Fahrgäste zur Falle, aus der sie sich nicht oder nur unter großer Gefahr selbst befreien können. Zudem versperren elektrische Züge die Strecken für Dieselloks.

Regional unterschiedlich in der D-A-CH-Region erfolgt die Stromversorgung der Bahnhöfe teils über Bahnstrom, teils über das öffentliche Netz. Gleiches gilt für Stellwerke, Weichen oder Signalanlagen.

Flugverkehr

Ich beginne mit einem noch recht aktuellen Beispiel: Der Flughafen Hartsfield-Jackson in Atlanta, USA, ist mit 275000 Passagieren und 2500 Flügen pro Tag der verkehrsreichste Flughafen der Welt, und die Tage kurz vor Weihnachten sind eine der beliebtesten Reisezeiten. Man sollte meinen, dass die

Sicherheitsvorkehrungen dem gerecht werden.

Doch Mitte Dezember 2017 fiel nach einem Brand in den elektrischen Anlagen auf dem Flughafen der Strom aus – für fast 12 Stunden! Alle Anflüge wurden ausgesetzt, sämtliche Abflüge gestrichen. Allein die Fluggesellschaft Delta musste 1100 Flüge von und nach Atlanta streichen. Selbst nach Wiederherstellung der Stromversorgung dauerte das Chaos an, das den gesamten US-Flugverkehr beeinträchtigte. Experten waren entsetzt, zu welch weitreichenden Folgen ein solcher Vorfall an einem einzelnen Ort führen konnte.

Am schlimmsten traf es die Passagiere in den 92 Flugzeugen, die zeitweise gleichzeitig auf dem Rollfeld standen. Einige waren mehr als 7 Stunden im Flugzeug eingeschlossen, bis sie von der Feuerwehr befreit und in die Wartehallen zurückgeschickt wurden. Bis dahin gab es an Bord kein Wasser mehr, und die Toiletten durften nicht mehr benutzt werden.

Doch in den Terminals war es nicht besser: Hier saßen bereits Tausende Passagiere seit Stunden im Dunkeln beziehungsweise hatten sich zum Schlafen auf den Fußboden gelegt. Die elektrisch betriebenen Türen ließen sich teilweise nicht öffnen. Durchsagen waren nicht möglich. Ein Teil der Passagiere kam schließlich in den Genuss von Notunterkünften sowie verteilten Wasserflaschen und Mahlzeiten.

Noch aktueller ist das Beispiel des Hamburger Flughafens, an dem im Juni 2018 einen ganzen Tag lang der Strom ausfiel. »Eigentlich« hätte es nicht passieren *können.* Aber es passierte trotzdem.

Beide Vorfälle zeigen, wie anfällig Flughäfen sind – und trotzdem gelten sie als noch vergleichsweise widerstands- und durchhaltefähig bei einem Blackout. Falls die Netzersatzanlagen arbeiten und solange die Treibstoffvorräte halten, können noch Starts und Landungen abgewickelt werden. Doch recht schnell werden die Flugbewegungen reduziert oder untersagt und in vom Blackout nicht betroffene Regionen umgeleitet. Parallel dazu müssen die Sicherheit auf dem Flughafen und die Versorgung der wartenden Fluggäste gewährleistet werden.

Schiffsverkehr

Schiffe selbst sind weitgehend autark. Problematischer ist ein Blackout für die Infrastruktur der Wasserstraßen, insbesondere für die Häfen. Dort endet das Be-

und Entladen der Schiffe abrupt, weil etwa Kräne und Förderbänder nicht mehr funktionieren. Dadurch kommen die Abläufe ins Stocken, es entstehen Güterstaus, daraus resultieren Lkw-Staus, und schließlich kommt der gesamte Hafenbetrieb zum Stillstand.

Wie auf den Flughäfen bleibt den Behörden nichts anderes übrig, als zu versuchen, den Hafenbetrieb zu reduzieren, indem Schiffe in nicht betroffene Häfen umgeleitet werden, um die Staus zu entzerren. Eine zentrale Rolle kommt dabei dem THW oder der Feuerwehr zu, die mit mobilen Aggregaten wieder eine zumindest temporäre Stromversorgung aufbauen könnten. Gleichwohl sind die Ausfälle der Häfen als Güterumschlagplätze nicht nur international zu spüren, sondern sie verschärfen auch die Versorgungslage der hiesigen Bevölkerung.

Logistik

Das gilt letztlich für alle Verkehrs- und Transportmittel, die vom Blackout betroffen sind: Nicht nur die Mobilität wird eingeschränkt, sondern auch der Waren- und Güternachschub bricht zusammen.

Logistikunternehmen und Leitstellen sind auf GPS (Global Positioning System – Globales Positionsbestimmungssystem) und Funk angewiesen. Die elektronischen Assistenzsysteme reichen so weit, dass die IT-gestützte Diebstahlsicherung das Entladen etwa von Tanklastwagen verhindert.

In der Folge fällt nicht nur die Just-in-time-Belieferung des Handels aus, sondern auch der Teilenachschub für die Industrie. Wie schnell die Produktion zum Stillstand kommt, haben beispielsweise die jüngsten Vorfälle in der Automobilindustrie bei VW oder BMW gezeigt, wo kleine Störungen bei Zulieferunternehmen bereits zu weitreichenden Auswirkungen geführt haben.

Über kurz oder lang kommt die Industrie zum Erliegen. Die Mitarbeiter bleiben zu Hause, erhalten keine Gehaltszahlung mehr. Und der Wiederanlauf der Logistik dauert.

Gesundheit:

medizinische Versorgung, Arzneimittel und Impfstoffe, Labore

Bedeutung: Als ob der Bedarf an medizinischer Versorgung nicht ohnehin schon groß genug wäre, steigt er durch Verkehrsunfälle, Brandverletzungen oder Gewalteinwirkung – und trifft auf eine eingeschränkte medizinische Infrastruktur.

Überblick

Die medizinische Versorgung ist in Deutschland höchst arbeitsteilig organisiert und dezentral angeordnet. Bis auf einfachste Untersuchungen und Behandlungen von Hand sind alle Bereiche des Gesundheitswesens auf Strom angewiesen. Ein Blackout zeigt unmittelbare Auswirkungen: Erste Einrichtungen können schon nach wenigen Stunden nichts mehr für die Patienten tun und schließen; nach 24 Stunden ist die Funktionsfähigkeit des Gesundheitswesens insgesamt wesentlich beeinträchtigt, auch weil Notstrom nur partiell vorhanden ist.

Die Leistungsfähigkeit der medizinischen Versorgung wird schon dadurch reduziert, dass in jedem Bereich die eigenen Kapazitäten aufgebraucht werden und der Nachschub durch andere Kritische Infrastrukturen ausbleibt, etwa hinsichtlich der Wasserversorgung, Lebensmittel- und Arzneilieferungen, (Kranken-)Transportdienstleistungen oder Kommunikationsmöglichkeiten.

Schon nach einer Woche ist unser Gesundheitswesen nicht wiederzuerkennen, die Probleme sind mit den vor Ort verfügbaren Mitteln und Kapazitäten nicht mehr zu bewältigen. Ohne auswärtige Unterstützung durch medizinische Güter und Fachpersonal kann von einem regelrechten Zusammenbruch der medizinischen und pharmazeutischen Versorgung ausgegangen werden, womit entsprechende Konsequenzen für die hilfsbedürftigen Menschen verbunden sind.

Arztpraxen

Niedergelassene Ärzte haben normalerweise keine Notstromaggregate. Der Ausfall der IT führt sie ja schon im Alltag an ihre Grenzen: Wenn sie die Krankenkassenkarte nicht einlesen können, ist die Arbeit mit den Patientendaten beschränkt. Arbeitet der Arzt noch mit Karteikarten in Papierform oder kennt er seine Patienten, kann er Untersuchungen und Behandlungen von Hand natürlich trotz Stromausfall durchführen. Stromabhängige Geräte stehen jedoch nicht mehr zur Verfügung, die Heizung quittiert den Dienst, und spätestens wenn es draußen dunkel wird, können die meisten Praxen nicht mehr weiterarbeiten und werden geschlossen.

Krankenhäuser

Die gute Nachricht lautet: Krankenhäuser sind standardmäßig mit Notstromanlagen ausgestattet. Die schlechte Nachricht ist, dass sich vorher nie mit Sicherheit sagen lässt, wie zuverlässig und wie lange die Anlage arbeitet. Normalerweise sollte die Treibstoffreserve auch ohne Nachschublieferung für 24 bis 72 Stunden reichen.

Das kommt aber auf den Stromverbrauch und die angeschlossenen Verbraucher an. Deshalb erfolgt bei einem Blackout eine Einschränkung des Betriebes auf besonders kritische Bereiche wie Operationssäle und die Intensivstation mit ihren lebenserhaltenden medizinischen Geräten und Systemen.

Weil die Krankenhäuser zunächst weiterarbeiten, werden sie zu zentralen Knotenpunkten der medizinischen Versorgung. Wenn Arztpraxen, Dialysezentren, Alten- und Pflegeheime ausfallen und schließen, werden die Patienten jedoch in Strömen in die Krankenhäuser kommen. Als »Lichtinseln« ziehen sie zudem Menschen an, die sich ganz einfach nur aufwärmen wollen. Um eine hoffnungslose Überfüllung und den Zusammenbruch der noch vorhandenen Kapazitäten zu vermeiden, wird bereits der Zutritt zum Gebäude anhand einer Priorisierung medizinischer Hilfeleistung reglementiert.

Doch auch die Versorgung der hilfsbedürftigsten Patienten wird zum Problem, denn auch Krankenhäuser werden in bestimmten Bereichen just in time beliefert. Für Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen wird selbst im Notfall eine Menge

von 75 bis 150 Litern Wasser je Tag und Krankenbett kalkuliert. Zudem führt die stockende Versorgung mit Lebensmitteln, Arzneimitteln, Dialysebedarf, medizinischen Verbrauchsgütern, Desinfektionsmitteln, Hygienematerialien und Verbandsmitteln, aber auch mit frischer Wäsche zu Engpässen – selbst die Krankenhausküche ist heute oft an einen Catering-Service ausgelagert oder die Wäscherei an einen Textilmietservice, die nicht zwangsläufig in der Nähe gelegen sind, keine Notstromsysteme haben und nicht bevorzugt Treibstoff bekommen. Zudem wird die Entsorgung von tonnenweise Müll, Röntgenabfällen, Chemikalien, radioaktiven Abfällen aus der Tumortherapie, aber auch von Leichen zum Problem.

Und schließlich betrifft die schlechte Vorsorge der Bevölkerung – und damit auch die Versorgung bei einem Blackout – das Krankenhauspersonal wie Ärzte und Pfleger in gleicher Weise, was massive Auswirkungen auf den Krankenhausbetrieb zur Folge hat.

Alten- und Pflegeheime

Alten- und Pflegeheime wurden in Studien als eines der Hauptproblemfelder ausgemacht, weil sie normalerweise keinen Notstrom haben. Beispielsweise hat die Kreisverwaltung Rendsburg-Eckernförde eine Umfrage unter den dortigen Pflegeheimen durchgeführt, welche Einrichtungen sich denn im Fall eines längeren, flächendeckenden Stromausfalls selbst mit Strom versorgen könnten. Es haben überhaupt nur neun Pflegeheime geantwortet; fünf davon haben gar keine Notstromversorgungsmöglichkeit, in drei kann durch ein externes Aggregat von außen Strom eingespeist werden, und nur ein einziges Pflegeheim ist selbst notstromversorgt.

Dabei sind die Menschen in den Pflegeheimen besonders stark von fremder Hilfe abhängig. Auch wenn eine Verlagerung in die Krankenhäuser die dortigen Kapazitäten weiter strapaziert, müssen Dialysezentren sowie Alten- und Pflegeheime zumindest teilweise geräumt werden, weil sie ihre Patienten nicht mehr versorgen können.

Ambulante Pflegedienste, Hausnotruf, Essen auf Rädern

Im ambulanten Bereich sieht es nicht besser aus. Auch hier hat die Kreisverwaltung Rendsburg-Eckernförde beispielhaft eine Umfrage unter den dortigen Anbietern durchgeführt. Von den vierzehn ambulanten Pflegediensten, die auf die Anfrage geantwortet haben, verfügt kein einziger über eine Notstromversorgung.

Wie auch? Die Dienste betreuen ihre Patienten ja zu Hause. Ob Dialyse- oder Beatmungspatienten oder andere chronisch Kranke, die auf elektrische medizinische Geräte angewiesen sind – bei einem Blackout laufen die lebenswichtigen Geräte durch einen Batteriepuffer noch etwas weiter, dann fallen sie gänzlich aus. Doch wo sich derart hilfsbedürftige Patienten aufhalten, wissen nur die Pflegedienste – und die sind im Zweifelsfall selbst nicht mehr mobil und von jeglicher Kommunikation abgeschnitten. Gleichzeitig fallen auch die Hausnotrufe aus.

Gerade im Februar 2018 ging das traurige Beispiel von sechs Neugeborenen durch die Medien, die wegen eines Stromausfalls in einem Krankenhaus in Venezuela starben. Nachdem die Beatmungsgeräte ausgefallen waren, hatten Ärzte und Eltern noch versucht, die Babys manuell zu beatmen, nach 4 Stunden aber den Kampf verloren.

Es ist insofern kein Wunder, dass die bereits zitierte Szenariostudie *Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2014* der deutschen Bundesregierung von 1000 Todesopfern nach großflächigen Stromausfällen ausgeht, wovon 90 Prozent Pflegebedürftige sind.

Schließlich kommen sowohl für Alten- und Pflegeheime als auch für ambulante Pflegedienste im weitesten Sinne noch all die Engpässe und Versorgungseinschränkungen hinzu, die ich bereits für die Krankenhäuser geschildert habe. Nicht einmal Essen auf Rädern kann noch ins Haus kommen.

Apotheken

Auch Apotheken haben normalerweise keinen Notstrom und bekommen ähnliche Probleme wie die Lebensmittelgeschäfte. Selbst wenn sie im Barverkauf und unter Verzicht auf ärztliche Rezepte weiter Medikamente ausgeben, verderben Arzneimittel, die gekühlt werden müssen.

Da nicht mit Nachschublieferungen zu rechnen ist, kommt es binnen Tagen zu Versorgungslücken und einer zunehmenden Medikamentenknappheit. Besonders

dramatisch wirken sich die Engpässe bei lebenswichtigen Präparaten wie Insulin oder Dialyseflüssigkeiten aus. Vor allem verderbliche Medikamente sind, wenn überhaupt, nur noch in Krankenhäusern erhältlich. Schließlich können die meisten Apotheken schließen.

Vorsorge-TIPP!

1. Machen Sie mit allen Familienmitgliedern, die alt genug sind, einen Erste-Hilfe-Kurs und frischen Sie diesen regelmäßig auf. Halten Sie zudem immer eine Erste-Hilfe-Anleitung griffbereit. So sind Sie in einem bestimmten Umfang in der Lage, sich gegenseitig sowie anderen zu helfen.
2. Wenn Sie regelmäßig ärztlich verschriebene Medikamente benötigen, halten Sie ruhig immer ein, zwei Packungen davon in Reserve. Dann sitzen Sie auch im Alltag nicht auf dem Trockenen, wenn Ihnen Ihre Arznei mal an einem Feiertag ausgeht. Ganz wichtig: Wenn Sie Betäubungsmittel oder ähnliche Medikamente verwenden, die nur für Ihren persönlichen Gebrauch bestimmt sind, bewahren Sie diese separat auf.
3. Auch für akkubetriebene Geräte, auf die Sie angewiesen sind, gilt: Legen Sie sich ein paar Ersatzbatterien auf die Seite.
4. Eine gut sortierte Haus- und Reiseapotheke wird Ihnen auch im Alltag eine Hilfe sein – bei einem Blackout ist sie unentbehrlich. Auch hierzu gibt es lange Checklisten; wenn es gesundheitliche Besonderheiten gibt, sollten Sie Ihren Arzt oder Apotheker einbeziehen. Sinnvollerweise gehören beispielsweise folgende Produkte hinein (die Liste ist nicht abschließend):
    - Abführmittel
    - Alkohol (70 Prozent)
    - Antibiotika
    - Augentropfen
    - Baldriantropfen
    - Brandgel, Salbe für Brandverletzungen
    - Durchfallmittel
    - Einmalhandschuhe
    - Erkältungsmittel
    - Fieberthermometer
    - Halsschmerztabletten
    - Haut- und Wunddesinfektionsmittel
    - Inhalationslösungen
    - Kaliumiodidtabletten zur Jodblockade bei einem kerntechnischen Unfall. Informationen dazu erhalten Sie von Ihrem Arzt oder Apotheker

- Kamillentropfen
- Kühlkompressen
- Mittel gegen Juckreiz
- Mundschutzmasken
- Nasenspray
- Neuraminidasehemmer (Tamiflu) zur Vorbeugung gegen Influenza. Informationen dazu erhalten Sie von Ihrem Arzt oder Apotheker
- Pinzette
- eventuell eine Rettungsdecke
- Schmerzmittel (Tabletten, Pulver, Gel)
- Thrombosevorbeugung (Spritzen)
- Verbandsmaterial (Kompressen, Mullbinden, Verbandspäckchen, Heftpflaster, Pflasterstrips, Wundschnellverband, Verbandswatte, Dreieckstuch, Sicherheitsnadeln, Verbandsklammern, Verbandsschere)
- Vitamintabletten
- Wasserstoffperoxid (3 Prozent)
- Wund- und Heilsalbe
- Wundbenzin
- Zeckenzange

Noch ein paar Hinweise zur Hausapotheke:

- Arzneimittel sollen trocken, lichtgeschützt und innerhalb des angegebenen Temperaturbereichs aufbewahrt werden. Sie dürfen niemals großer Hitze oder direktem Sonnenlicht ausgesetzt sein. Zudem sollen Medikamente für Kinder unzugänglich verschlossen werden.
- Verbandsmaterial darf und soll für Kinder ab dem Schulalter erreichbar sein, damit sie im Notfall helfen können. Deshalb empfiehlt es sich, Arzneimittel und Medikamente separat aufzubewahren.
- Heben Sie Medikamente immer in der Umverpackung und zusammen mit dem Beipackzettel auf. Wenn Etikett oder Beipackzettel nicht mehr vorhanden sind, ist es ratsamer, das Medikament zu entsorgen, als sich dem Risiko einer Fehlmedikation auszusetzen. Hilfsweise können Sie vorab im Internet nach den fehlenden Beipackzetteln suchen und diese ausdrucken.
- Ihr Verbandskasten ist im Prinzip ein Teil Ihrer Hausapotheke. Machen Sie sich einmal mit dem Inhalt vertraut.
- Arzneimittel und Verbandstoffe sind nur begrenzt haltbar. Notieren Sie das Anbruchsdatum. Dieses beziehungsweise das Verfallsdatum muss regelmäßig kontrolliert werden. Sprechen Sie im Zweifelsfall offen mit Ihrem Arzt oder Apotheker darüber. Medikamente, bei denen lediglich die Wirksamkeit nachlässt, können unter

Umständen trotzdem weiter aufbewahrt werden. Kaufen Sie jedoch wichtige Medikamente nach.

Hygiene

Wenn sämtliche elektrischen Geräte im Badezimmer ausfallen, etwa elektrischer Boiler, Zahnbürste, Munddusche, Rasierer oder Föhn, aber auch Waschmaschine, Trockner, Bügeleisen oder Staubsauger, wirkt sich das auf Körperpflege und allgemeine Hygiene aus.

Vorsorge-TIPP!

1. Bedenken Sie, dass für die Körperpflege auch in einer Notfallsituation ein zusätzlicher Bedarf von wenigstens 2 Litern Wasser täglich besteht. Sparen Sie Wasser, wo es geht. Beispielsweise reduzieren Haushaltshandschuhe wasservergeudendes Händewaschen.
2. Bevorraten Sie Papierhandtücher, Haushaltspapier, Küchenrolle, Servietten, Papiertaschentücher, Brillenputztücher, Desinfektionstücher, Baby-Feuchttücher, feuchtes Toilettenpapier oder antibakterielles Handreinigungsgel, das als »Händewaschen ohne Wasser« beworben wird.
3. Bevorraten Sie Hygieneartikel, die auf die einzelnen Familienmitglieder abgestimmt sind, etwa Seife, Haarshampoo, Zahnbürsten, Zahnpasta, Hautcreme, Rasierzeug, Binden und Tampons, Babywindeln und – pflegemittel sowie Inkontinenzhilfsmittel.
4. Bevorraten Sie für die Hausreinigung und Abfallentsorgung Spülmittel, Reinigungs- beziehungsweise Scheuermittel, Desinfektionsmittel sowie ein Sortiment unterschiedlich großer Müllbeutel.

Staat und Verwaltung:

Regierung und Verwaltung, Parlament, Justizeinrichtungen, Notfall- und Rettungswesen einschließlich Katastrophenschutz

Bedeutung: Sicherlich haben Regierung und Verwaltung sowie das Parlament Mittel in der Hand, um zur Problemlösung beizutragen. Unmittelbare Relevanz für die Betroffenen hat aber vor allem die kommunale Ebene. Die Justizeinrichtungen sind für die Breite der Bevölkerung eher ein Randphänomen. Deshalb richte ich meinen Fokus auf die Problematik des Notfall-/Rettungswesens einschließlich des Katastrophenschutzes – auf denen all unsere Erwartungen liegen, deren Hilfe mehr denn je gebraucht wird, deren Möglichkeiten aber auch erheblich eingeschränkt sind.

Technische Beschränkungen

Ich habe schon darauf hingewiesen, dass auch die Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) mit den Folgen des Stromausfalls konfrontiert sind, von der Notstrom- und Treibstoffproblematik über die erschwerte Kommunikation und Mobilität bis hin zur Versorgung der Einsatzkräfte mit Lebensmitteln und Wasser.

Durch die beeinträchtigten Kommunikationsmöglichkeiten sind die Rettungskräfte weitgehend von Notrufen der Bevölkerung abgeschnitten, aber auch ihre eigene Einsatzkoordination ist erheblich erschwert. Das behindert auch die Arbeit der Krisenstäbe immens.

Nur Einrichtungen mit einer Notstromversorgung können – und auch nur solange der Treibstoff reicht und es keine technischen Ausfälle im Dauerbetrieb gibt – bei einem Blackout ihre Tätigkeit aufrechterhalten. Doch mit zunehmendem Einsatzaufkommen steigt der Treibstoffverbrauch – und die schwindenden Reserven schränken die Möglichkeiten ein.

Weitere limitierende Faktoren zeigen sich bei der Brandbekämpfung. Offene Feuer als Wärmequelle oder Kochgelegenheit führen überall zu vermehrten Bränden. Doch die Probleme beginnen schon vor dem Ausrücken der Feuerwehr, etwa bei der elektronischen Zutrittskontrolle oder blockierten Schlüsseltresoren. Die großen schnell öffnenden Sektionaltore der Feuerwachen werden mit Elektromotoren betrieben – und öffnen im Zweifelsfall überhaupt nicht. Und schließlich wird bei einer ausgefallenen Wasserversorgung auch das Löschwasser selbst zum Problem – dabei braucht man allein über 13000 Liter zum Löschen eines durchschnittlichen Einfamilienhauses.

All diese Beschränkungen der Einsatzfähigkeit kollidieren mit einem regelrechten Ansturm auf die Rettungskräfte, die durch die Vielzahl von Aufgaben relativ rasch an die eigenen Grenzen stoßen. Ob Krankentransporte und Notrettung, Einsätze zur Inbetriebnahme von Notstromaggregaten und zur Treibstoffversorgung, Feuerbekämpfung oder Evakuierung älterer, pflegebedürftiger und kranker Personen: Die Einsatzorganisationen können gar nicht allen an sie gerichteten Anforderungen gerecht werden, und Faktoren wie Jahres- und Tageszeit können dies noch weiter verstärken.

Personelle Beschränkungen

Ein Problem aller Übungen ist, dass die Teilnehmer nie selbst betroffen sind und dass oft unterstellt wird, dass Hilfe von außen möglich ist. Doch tatsächlich sind bei einem Blackout ***beide*** Annahmen falsch.

Am Anfang erfüllen die Mitarbeiter der Einsatzorganisationen ihre Aufgaben bis zur eigenen physischen und psychischen Überlastung. Doch auch das Personal der Rettungsdienste und deren Familien sind nicht besser vorbereitet als der Rest der Gesellschaft. Irgendwann realisieren die Einsatzkräfte, dass auch ihre Familien zu Hause betroffen sind und ein Problem haben – und ihre Hilfe brauchen. Wenn es nicht gelingt, gesicherte Informationen über die Lage zu Hause einzuholen, wollen die Helfer schließlich selbst bei ihren Angehörigen sein und sich um sie kümmern. Die Probleme beginnen ja schon ganz banal bei der Kinderbetreuung, wenn die Kindertagesstätten aufgrund des Blackouts schließen.

Doch nur solange die Mitarbeiter von DRK, THW, Feuerwehr, Polizei und Bundeswehr, aber auch Elektriker und sonstige Techniker anwesend und noch

nicht nach Hause gefahren sind, sind sie zur Schadensbewältigung einsetzbar. Sind sie erst einmal weg, wird es mit zunehmender Dauer des Blackouts für die Mitarbeiter schwerer, zu ihren Dienststellen zu kommen, die oft viele Kilometer vom Dienstort entfernt sind. Im Zweifelsfall werden die Einsatzzentralen ihre Mitarbeiter nicht einmal mehr erreichen.

Auch ehrenamtliche Ressourcen stehen nur dann zur Verfügung, wenn die Mitarbeiter selbst ausreichend vorgesorgt haben und es ihnen überhaupt möglich ist, für andere da zu sein – und im Bevölkerungs- und Katastrophenschutz sind etwa 95 Prozent der Mitarbeiter Ehrenamtliche.

Die Folge ist eine massive Unterbesetzung und eine reduzierte Einsatzfähigkeit bei gleichzeitigen technischen Beschränkungen und maximal erhöhten Anforderungen und Erwartungen an die Rettungskräfte. Schließlich macht sich Ernüchterung und die Erkenntnis breit, dass jeder mehr oder weniger auf sich selbst gestellt ist – und selbst hätte vorsorgen müssen.

Übrigens: So viele Krisensituationen ich bisher auch erlebt habe, es gab dort immer Menschen, die auch nach Tagen und Wochen noch stocksteif behauptet haben, sie hätten noch keinen Helfer zu Gesicht bekommen und auch noch keinerlei Unterstützung erhalten.

Weitere Problemstellungen:

Versorgung und Befreiung Eingeschlossener, öffentliche Sicherheit und Kriminalität

Versorgung und Befreiung Eingeschlossener

In vielen Situationen sind Menschen in besonderer Weise auf die Unterstützung der Rettungskräfte angewiesen. Einige Beispiele:

- Ich habe schon darauf hingewiesen, dass gerade U-Bahnen für die Fahrgäste zur Falle werden können, aus der sie sich nicht oder nur unter großer Gefahr selbst befreien können. Dabei geht es um zweierlei: um die Notöffnung an sich und um die Evakuierung aus den unterirdischen Trassen im Dunkeln. Zwar haben die Stromschienen, also die stromführenden Gleise, zunächst keinen Strom; aber da niemand weiß, wie lange dieser Zustand anhält, ist es potenziell gefährlich, durch das Gleisbett zu laufen. Und wenn ein komplettes U-Bahn-Netz einer größeren Stadt zusammenbricht, strömen plötzlich große Menschenmassen zu Fuß auf die Straßen. Hier sind die Rettungsdienste gefragt, um eine geordnete Notrettung und Evakuierung zu gewährleisten.
- Die Situation in Autobahntunneln ist in gewisser Weise ähnlich. Im Gotthard-Straßentunnel in der Schweiz zum Beispiel fallen bei einem Stromausfall Lüftungen und Licht aus. Es gibt jedoch eine Notstromversorgung, die ein Zehntel der Lampen als Notbeleuchtung versorgt, auch für die Notausgänge und die entsprechenden Fluchtwege. Im Optimalfall leert sich der Tunnel binnen 20 Minuten. Wenn es dabei jedoch Probleme gibt, sind ebenfalls die Rettungskräfte gefragt. Gleichzeitig wird der Tunnel für den nachfolgenden Verkehr geschlossen, was zu langen Staus vor beiden Tunneleinfahrten führt – ohne Perspektive, dass es noch einmal vorwärtsgeht. Hier muss auf jeden Fall eine organisierte Beräumung der Straße erfolgen, vor allem bei winterlichen Temperaturen.
- Ohne Rettungskräfte geht auch nichts, wenn Menschen in Skiliften oder Seilbahnen, Achterbahnen oder auf Riesenrädern festsitzen. Selbst aus Hochhäusern, Hotels oder Kaufhäusern finden größere Menschenmengen im Dunkeln kaum problemlos heraus. Im Prinzip gilt das für alle Indoor-Massenansammlungen von Menschen. Doch noch einmal zurück zum Beispiel Seilbahn: »Eigentlich« müssen alle Bergbahnen einen Notfallplan haben, wie sie ihre Passagiere innerhalb einer bestimmten Zeit aus den Liften holen können – meist greifen sie dabei auf eine Notstromversorgung zurück, sofern diese funktioniert.
- Ähnlich brisant, aber im Normalfall ***nicht*** notstromversorgt sind Aufzüge. Es gibt Hochrechnungen, denen zufolge die Berliner Feuerwehr bei einem

Blackout 3 bis 5 Tage brauchen würde, um alle Menschen aus den stecken gebliebenen Fahrstühlen zu befreien. Spätestens wenn das Notlicht versagt, sitzen die Betroffenen im Dunkeln, es gibt keine Toilette, die Luft ist begrenzt, Panik macht sich breit, auch weil das Notrufsystem nicht antwortet und man nicht weiß, wie lange man noch eingeschlossen ist. Und selbst wenn die Eingeschlossenen die Notrufzentrale erreichen, kann diese ihre Servicetechniker nicht kontaktieren. Deshalb muss die Feuerwehr im Falle des Falles systematisch alle Gebäude mit Aufzügen überprüfen.

- Generell sind Hochhäuser – Wohnblocks mehr noch als Bürotürme – in besonderer Weise von einem Blackout betroffen. Falls es Notstrom gibt, sei es batteriegestützt oder durch ein Aggregat, der auch eventuelle Fluchtwegmarkierungen versorgt, wird nach dessen Ausfall die Orientierung im Dunkeln schwierig – allerdings fallen in diesem Moment auch die Warnlichter für den Flugverkehr aus, mit nicht absehbaren Folgen. Typischerweise gibt es in Hochhaussiedlungen keine Kamine oder Öfen als Ersatzheizung, sondern lediglich – ausfallende – Zentralheizungen. Ab einer bestimmten Höhe können nicht einmal mehr die Fenster zum Lüften geöffnet werden. Ohne Aufzug ist der Weg von unten nach oben lang und anstrengend. Die Versorgung wird umso schwieriger, zumal in kleinen Stadtwohnungen kaum Platz für Vorräte ist und es im unmittelbaren Umfeld typischerweise weniger kleine Läden gibt als etwa auf dem Land. Die Wasserversorgung funktioniert nicht ohne Pumpe, und selbst wenn die Wasserwerke notstromversorgt sind, arbeiten sie beispielsweise in Berlin mit einem verminderten Leitungsdruck, der das Wasser nur etwa bis auf die dritte Etage befördert. Selbst die Entsorgung ist in jeder Hinsicht schwieriger; Abwässer aus den oberen Etagen können zu Austritten in den unteren Etagen führen. Bewohner der oberen Etagen haben aber aufgrund der kräftezehrenden Laufwege nicht einmal die Möglichkeit, im Freien zur Toilette zu gehen. Die Müllentsorgung hat für die Behörden nachrangige Bedeutung, doch durch die hygienischen Bedingungen steigt die Seuchengefahr – und dabei bin ich noch nicht einmal auf die Problematik der Haustiere eingegangen. Und all das passiert in Gebäudekomplexen mit Hunderten, wenn nicht Tausenden Bewohnern, die ohnehin oft schon soziale Brennpunkte darstellen. Relativ schnell werden Evakuierungen in Notunterkünfte zur letzten praktikablen Lösung, wenn sich bis dahin Not

und Hilflosigkeit nicht schon in Aggression und Gewalt entladen haben.

Öffentliche Sicherheit und Kriminalität

Wenn man sich mit Blackouts beschäftigt, kommt ab einem bestimmten Punkt immer die Frage der öffentlichen Sicherheit und Kriminalität auf – und so sehr man an das Gute im Menschen glaubt, zeigen die realen Erfahrungen in Krisensituationen, dass Not und Elend immer auch zu einer verschärften Sicherheitslage führen.

Ich weiß nicht, ob Sie zu denjenigen gehören, die meinen, dass eine Situation wie ein Blackout die Menschen zusammenrücken lässt, dass Orts- und Stadtteilgemeinschaften erstarken, dass Solidarität und Gemeinschaftsgefühl zu gegenseitiger Nachbarschaftshilfe führen. Das ist der Fall bei – letztlich überschaubaren – Naturkatastrophen wie den Hochwassern, die wir in Deutschland kennen: Es geht selten um Leben und Tod, und es gibt stets Hilfe von außen.

Ich will auch gar nicht anzweifeln, dass auch Empathie und Mitgefühl, Hilfsbereitschaft und Kooperation, rationales und entschlossenes Handeln vorkommen, die allen Beteiligten das gute Gefühl geben, die Katastrophe bewältigen zu können. Aber nehmen Sie im Gegensatz dazu zum Beispiel das letzte Erdbeben in Haiti: Wenn globale Not herrscht und der Staat die Kontrolle über die Sicherheit nicht aufrechterhalten kann, nutzen Dritte dieses Vakuum. Nach 24 Stunden macht sich die Gewissheit breit, dass die Situation nicht mehr kurzfristig behoben wird, und ab der zweiten Nacht bietet die Dunkelheit Gelegenheiten.

Mir ist wichtig, dass Sie sich ***vorstellen*** können, dass ein Blackout unsere heile Welt – zumindest vorübergehend – aussetzen kann. Dr. Gregory Reed, der sich an der Universität Pittsburgh mit Blackouts beschäftigt und Unruhen und Plünderungen für möglich hält, bringt es wie folgt auf den Punkt: »Bei einem Blackout kann eigentlich alles passieren.« Davor völlig die Augen zu verschließen führt dazu, dass wir darauf nicht vorbereitet sind.

Es gibt drei Gruppen, die aus unterschiedlichen Gründen auffällig werden:

1. Kriminelle, für die ein Blackout ein willkommener Anlass ist. Dazu zählen Randalierer, und zwar die gleichen, die sonst auch jede Gelegenheit nutzen,

um gegen Polizisten und/oder »das System« aktiv zu werden und ihre Zerstörungswut auszuleben. Dazu zählen aber auch Gelegenheitstäter, die sich an der Situation bereichern wollen – nicht etwa unmittelbar von Not getrieben, sondern beispielsweise, weil ein Diebstahl, ein Überfall oder eine Plünderung möglich wird, weil Alarmanlagen ausfallen, weil die Polizei nicht überall präsent sein kann. Und schließlich zählen dazu auch Einzelne und (bewaffnete) Gruppen, die ihre Stunde gekommen sehen, um sich Macht und Einfluss zu sichern – und die zu einer echten Gefährdung für die allgemeine Sicherheit werden können, indem sie ein Recht des Stärkeren etablieren.

2. Menschen, die sich durch die Not verändern, vor allem aus einer existenziellen Sorge um sich und ihre Familien. Ausgangspunkt ist entweder die Angst, das genommen zu bekommen, was sie als eigene Vorsorge bevorratet haben – das macht sie egoistischer, rücksichtsloser, unsozialer und mindert ihre Bereitschaft zu helfen, wodurch sie sich auch vor Plünderung und Raub zu schützen versuchen. Oder sie hatten nicht vorgesorgt beziehungsweise haben ihre Vorräte längst aufgebraucht – eine akute Bedrohung der eigenen Existenz vor Augen, entwickelt sich ein Überlebenskampf jeder gegen jeden, der fortwährend brutaler wird. Ich will das ausdrücklich nicht bewerten und auch jeden vor einer vermeintlich moralisch überlegenen Wertung warnen, der noch nicht selbst in einer solchen Situation war. Ich glaube, ein solches Verhalten hat nicht primär mit krimineller Energie zu tun, sondern mit natürlichen Instinkten: Man will das Überleben für sich und seine Familie sichern und tut aus der Not heraus Dinge, die man unter normalen Umständen ausgeschlossen hätte. Ich habe weiter oben formuliert, »da treten zivilisatorische Regeln und Höflichkeiten durchaus in den Hintergrund«: Menschen, die nichts zu essen und zu trinken und auch kein Bargeld mehr haben, stürmen schlichtweg die Geschäfte und holen sich notfalls mit Gewalt, was sie zum Überleben brauchen.
3. Menschen, die durch Angst, Unsicherheit, Verzweiflung, Ohnmacht und Wut panisch und aggressiv werden und sich von einer allgemeinen Gruppendynamik polarisieren und zu Gewalt und sozialen Unruhen animieren lassen. Die Ursache liegt auch im staatlichen und lokalen Krisenmanagement und in dessen möglicherweise widersprüchlicher

Kommunikation und Information. All das fördert Misstrauen, lässt die Überzeugung von der Kontrollierbarkeit der Situation schwinden und gibt den Menschen das Gefühl, sich selbst überlassen zu sein und benachteiligt zu werden. Eine stockende Versorgung, das Gefühl einer zusammenbrechenden öffentlichen Ordnung und gefühlte oder tatsächliche Gefährdungen von Leib und Leben lassen die Hemmschwellen fallen und die Situation eskalieren.

Als viel zitierter Klassiker gilt in diesem Zusammenhang der Stromausfall in New York 1977, über den ganze Bücher geschrieben wurden. Am 21. Juli abends legten zwei Blitzeinschläge einen Transformator und mehrere Hauptleitungen lahm; eine Kettenreaktion löste einen Stromausfall aus, 9 Millionen Menschen saßen 24 Stunden im Dunkeln. Es herrschte Chaos, es gab Schießereien und Tote. Die Bilanz der Nacht waren mehr als 1600 Plünderungen und über 1000 gelegte Brände, mehrere Tausend Menschen wurden verhaftet.

Selbst beim Hurrikan Irma Anfang 2018 hatten zuerst auf den karibischen Inseln Plünderer das allgemeine Chaos für Diebstähle und Einbrüche genutzt. Doch auch in mehreren Städten an der Ostküste von Florida, USA, fanden Überfälle bewaffneter, oft junger Täter statt, die in Gruppen organisiert waren.

Für den Einzelnen bedeutet die Gefährdung der öffentlichen Sicherheit, dass

- Türsprechanlagen und Türöffner, Zutrittssicherungssysteme, Alarmanlagen und Feuermelder nur funktionieren, falls und solange Akkus oder Notstromsysteme arbeiten;
- insbesondere die Einbruchszahlen ansteigen, auch aufgrund der ausgefallenen Alarmanlagen und sonstiger stromabhängiger Sicherheitstechnik, zumal Notrufzentralen und Polizei auch aufgrund zahlreicher Fehlalarme nicht hinterherkommen, alle ausgelösten Alarme zu überprüfen;
- Händler, Ärzte, Prepper oder sonstige Menschen, von denen man annehmen kann, dass sie über benötigte Güter oder Fähigkeiten verfügen oder sich mehr als andere vorbereitet haben, zur Zielscheibe werden.

Vorsorge-TIPP!

1. Bleiben Sie so oft und so lange wie möglich zu Hause. Wenn Sie in die Öffentlichkeit

müssen, vermeiden Sie die Hauptwege. Seien Sie möglichst nicht allein unterwegs.

2. Seien Sie aufmerksamer als sonst. Richten Sie zu Hause gegebenenfalls Wachen ein. Sprechen Sie sich mit Ihren Nachbarn ab. Überlegen Sie sich, wen Sie in Ihr Haus lassen.
3. Überlegen Sie sich Ihre Strategie, mit dem Hilfsbedarf anderer umzugehen. Seien Sie in der Umsetzung konsequent.
4. Versuchen Sie, Eskalationen zu vermeiden. Geben Sie lieber etwas ab, als sich einem überlegenen Eindringling oder Angreifer entgegenzustellen.
5. Bieten Sie im Fall der Fälle Köder an und verstecken Sie den Hauptteil Ihrer Vorräte und Vorsorgemaßnahmen woanders. So begrenzen Sie das Verlustrisiko.
6. Treffen Sie allgemeine Sicherheitsvorkehrungen im Rahmen des Angemessenen, des Möglichen und des rechtlich Zulässigen.

- ***Literaturempfehlung:***

Der ***Ratgeber Einbruchschutz und Heimverteidigung*** (ISBN: 978-3-86445-567-4) gibt einen umfassenden Überblick über mechanischen und elektronischen Einbruchschutz, spezielle Wertsachensicherung, Brandschutz und Heimverteidigung sowie Tatbedingungen, Verhaltens- und Schutzmaßnahmen.

Der ***Ratgeber Freie Waffen*** (ISBN: 978-3-86445-366-3) stellt alle Arten von freien Waffen, die sich aus dem Waffengesetz ergeben, sowie solche, die in der Praxis als freie Waffen benutzt werden – insgesamt mehr als 50 Stück –, mit den wichtigsten Handhabungskriterien einzeln vor. Ergänzt wird dies durch einen umfassenden Produkttest von über zwanzig Pfeffersprays, der aufzeigt, worauf es bei der Benutzung ankommt.

Der Titel ***Selbstverteidigung mit freien Waffen*** (ISBN: 978-3-86445-538-4) greift aus der Masse der freien Waffen diejenigen heraus, die sinnvoll, wirksam sowie – im Notwehrfall – erlaubt sind, und vertieft zahlreiche Produktdetails.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Extremfall eine Evakuierung in eine Notunterkunft erforderlich wird oder dass eine Fluchtbewegung aus den Städten einsetzt, wenn absehbar wird, dass der Blackout länger andauert und eine Versorgung in der Stadt nicht mehr möglich ist. Allgemein wird davon ausgegangen, dass die Versorgungslage auf dem Land besser ist. Limitierende Faktoren sind insbesondere der eigene Treibstoffvorrat und blockierte Straßen durch die allgemeine Verkehrslage.

Vorsorge-TIPP!

1. Wenn Sie – beispielsweise als Bewohner eines Hochhausapartments – keine ausreichende Versorgung mehr für gewährleistet halten, bieten sich unter Umständen

Hotels oder Gästehäuser – auch auf dem Land – als Übergangsunterkunft an.

2. Es kann nie schaden, sich einmal seines eigenen Netzwerkes zu vergewissern. Machen Sie doch mal eine Aufstellung, zu wem Ihr Kontakt so eng ist, dass Sie sich vorstellen könnten, im Notfall dorthin auszuweichen. Wenn Sie das mit Ihrer Familie abstimmen, kann dieses Szenario Teil Ihres »Familiennotfallplans« sein.
3. Eine grundsätzliche Anmerkung: Ein Zelt, ein Pkw-Dachzelt oder ein Wohnwagen beziehungsweise Wohnmobil sind unter Vorsorgegesichtspunkten immer eine gute Idee. Ob es sich lohnt, Derartiges für einen Eventualfall anzuschaffen, ist wohl Ansichtssache.
4. Ich gehe nicht davon aus, dass ein sofortiges Verlassen Ihrer Wohnung erforderlich ist, sondern dass Sie selbst in diesem Eventualfall noch genug Zeit haben, das Nötigste zusammenzupacken. Deshalb gehe ich nicht auf einen vorzubereitenden Fluchtrucksack oder Ähnliches ein.

Polemisches Nachwort

Sind wir denn verrückt geworden?
Ist unsere Politik auf einem Auge blind?
Spielt Versorgungssicherheit keine Rolle mehr?

Zugegeben: Das sind rhetorische Fragen. Und ich überschreibe dieses Nachwort bewusst mit »polemisch«, damit Sie wissen, was Sie erwartet.

Nachdem ich mich bemüht habe, bis auf einige spitze Anmerkungen, die ich nicht unterdrücken konnte, bis hierhin so sachlich wie möglich zu bleiben, sei mir abschließend doch noch eine zusammenfassende Darstellung und Bewertung erlaubt.

- Die Nuklearkatastrophe von Fukushima am anderen Ende der Welt hat uns bewogen, alle unsere Kernkraftwerke für unsicher zu halten und binnen 11 Jahren komplett abzuschalten.

  Nur sieben der ehemals zwanzig intakten Kernkraftwerke sind noch am Netz – nicht aufgrund von Störfällen, sondern aufgrund einer politischen Entscheidung. Die anderen Kapazitäten haben wir für entbehrlich erklärt und abgeschaltet.

  Obwohl der deutsche Anteil an der Weltstromerzeugung gerade einmal 2,6 Prozent beträgt, bilden wir uns ein, mit unserem Atomausstieg die Welt bekehren zu können.

  Gleichzeitig schießen weltweit neue Atomkraftwerke wie Pilze aus dem Boden, auch innerhalb des Europäischen Verbundnetzes – und gleichzeitig erreichten die deutschen Atomstromimporte etwa aus Frankreich in den vergangenen Jahren Rekordmarken.

  Trotzdem beschränken wir sogar noch das, was deutsche Unternehmen für Anlagen im Ausland tun dürfen.

  Doch genau hier, nahe der deutschen Grenze, stehen die wirklich gefährlichen Kernkraftwerke – so gefährlich, dass deutsche Behörden

bereits im Großraum Aachen an Hunderttausende Menschen kostenlos Kaliumiodidtabletten als Vorsorge für einen kerntechnischen Unfall ausgeben.

Doch während die deutsche Regierung sonst ihre Interessen mit Macht durchsetzt und die EU jetzt sogar noch regelt, wie knusprig unsere Pommes künftig sein dürfen, ist zu diesem wirklich wichtigen Problem nichts aus Brüssel zu hören.

- Die Energiewende ist schon lange beschlossen.

  Gerade hat die neue Bundesregierung festgelegt, dass der Anteil erneuerbarer Energien bis 2030 auf 65 Prozent steigen soll.

  Doch wir warten nicht etwa, bis neue Speichertechnologien entwickelt wurden, sondern setzen dies einfach für die Zukunft voraus.

  Wir warten auch nicht, bis die Stromtrassen, die benötigt werden, um eine Erzeugungslücke zu vermeiden, fertig sind.

  Wir stören uns noch nicht einmal daran, dass der Atomausstieg bis 2022 erfolgt und die Trassen nach aktueller Planung erst 2025 fertig werden, sondern halten am Terminplan fest.

  Und nebenbei bemerkt sind es oft genug die gleichen Menschen, die sich gegen eine Verlangsamung des Atomausstieges und gleichzeitig gegen Freilandleitungen aussprechen und damit den Trassenbau verzögern.

- Nicht nur durch den Atomausstieg werden unsere Energieerzeugungskapazitäten reduziert.

  Es ist auch absehbar, dass das Ende der Windkraftförderung nach 20 Jahren ab 2020 zum Abschalten einer kaum abschätzbaren Anzahl von Windkraftanlagen führen wird.

  Gleichzeitig diskutieren wir über einen ***vorzeitigen*** Braunkohleausstieg, für den eine Jamaika-Koalition sogar schon klare Absprachen getroffen hatte.

  Und schließlich sind wir nicht nur bisher schon der weltweit größte Importeur von Erdgas, sondern unsere Abhängigkeit vom Gas nimmt durch Atomkraft- und Braunkohleausstieg auch noch weiter zu – und trotzdem verhindern wir selbst die Pipelines South Stream und Nord Stream 2, die uns künftige Gaslieferungen sichern sollten.

- Dass das Ausland kaum in der Lage ist, das Risiko unserer Energiewende abzufangen, etwa weil es bei Extremwetter selbst nicht genug Strom hat, hat sich längst gezeigt.

  Doch wir halten nicht nur daran fest, die Erzeugungskapazitäten weiter abzubauen, sondern wir erhöhen sogar noch den Energiebedarf und wollen nun sogar noch eine Elektroquote für Neuwagen einführen, um die Verbreitung der Elektromobilität voranzutreiben.

  Nein, wir warten auch hier nicht, bis der Ausbau des Stromnetzes erfolgt ist, der etwa für den Leistungsbedarf der Ladestationen erforderlich ist.

- Hacker demonstrieren uns immer wieder, dass sie unsere Systeme nach Belieben knacken können.

  Doch statt auf Sicherheit zu setzen, forcieren wir das Smart Home und halten am Pflichteinbau von Smart Metern ab 2020 fest – von denen wir uns offenbar die Intelligenz erhoffen, die uns selbst bei der Lösung der Probleme der Energiewende fehlt.

Was tun wir stattdessen?

- Wir ignorieren sämtliche Warnungen aus der Energiewirtschaft und tun diese als interessengetriebenen Lobbyismus ab.

  Wir stören uns nicht einmal mehr daran, dass ein politischer Streit auf dem Balkan unsere Uhren mehr als 6 Minuten nachgehen lassen kann.

- Stattdessen geben wir Milliarden Euro pro Jahr aus, um Reservekraftwerke vorzuhalten und permanent in die Schwankungen unserer Stromversorgung einzugreifen.

  Wir finden auch nichts dabei, wenn wir immer öfter Negativpreise dafür bezahlen müssen, dass andere uns überhaupt unseren Strom abnehmen.

  Und obwohl Deutschland sonst nie Geld für irgendetwas hat, sind die 1 Billion Euro, mit denen die Kosten der Energiewende beziffert werden, nicht einmal der Rede wert.

- Wir vertuschen, wie oft die Stromversorgung schon auf der Kippe stand und wie viel Glück wir schon hatten, dass es bis heute nicht zu einem Blackout gekommen ist.

Und wir legen die Erfassungskriterien für die Stromausfallstatistik so fest, dass bei uns nicht Tausende Male am Tag der Strom ausfällt, sondern wir eine der sichersten Stromversorgungen der Welt haben.

Wie sorgen wir vor?

- Unser Katastrophenschutz erfüllt noch nicht einmal den NATO-Standard, Betreuungsplätze für 2 Prozent der Bevölkerung vorzuhalten. Ein Unfall in einem Atomkraftwerk (AKW) in Belgien würde schon genügen, damit mehr Menschen betroffen wären, als wir in ganz Deutschland an Betreuungsplätzen haben.

- Unser Notstromnetz ist nicht nur je nach Region durch und durch lückenhaft, sondern es ist auch nicht auf einen Dauerbetrieb getestet, und die Lösung der Treibstofflogistik ist bestenfalls angestoßen. Zudem zwingen wir die Mineralölkonzerne, einen Bioanteil in Benzin und Diesel zu mischen, der deren Haltbarkeit reduziert und die Motoren angreift.

- Information und Kommunikation sind das A und O jeder Krisenbewältigung. Doch das flächendeckende Sirenennetz wurde in Deutschland abgeschafft, der stromlos empfangbare UKW-Hörfunk wird zwangsweise durch das digitale DAB-Radio ersetzt und die stromlos funktionierenden Telefonanschlüsse zwangsweise in stromabhängige VoIP-Systeme gewandelt. Stattdessen gelten Warn-Apps als Allheilmittel der Krisenwartung, die aber bei einem Stromausfall nutzlos sind.

- Die staatliche Lebensmittelvorsorge wurde privaten Firmen in deren Lagern übertragen, womit der Staat faktisch die Kontrolle über die Ware abgegeben hat.

- Bei einem Blackout kann nur noch mit Bargeld bezahlt werden, aber das wollen wir eigentlich gerade abschaffen.

- Uns liegen extrem beunruhigende Umfragen, Untersuchungen und Studien vor, doch die Bevölkerung ist nach wie vor so uninformiert, dass ein Blackout für sie nicht mehr als ein Gedankenspiel Paranoider ist. Und diejenigen, die privat Vorsorge betreiben, fürchten, dadurch zu

Staatsfeinden zu werden.

Man könnte meinen, dass wir nicht nur leichtfertig sind und die Augen davor verschließen, dass die erneuerbaren Energien auf konventionelle Energien angewiesen sind, um ihre Schwankungen abzufangen.

Man könnte auch meinen, dass wir nicht nur naiv sind oder aus Unwissenheit nicht überblicken, welche Tragweite unsere reinen Willensentscheidungen haben und welche Lösungen wir für die Konsequenzen brauchen.

Sondern man könnte darüber hinaus meinen, dass wir uns sehenden Auges in eine Risikosituation begeben, weil der Zweck die Mittel heiligt und nicht sein kann, was nicht sein darf.

Doch welche Verantwortung hat der Staat gegenüber seinen Bürgern?

Zählen nur politische Visionen, oder muss es nicht auch noch um Versorgungssicherheit und um die Sicherstellung der Lebensbedingungen der Menschen gehen?

Ich wiederhole noch einmal, was ich an anderer Stelle schon schrieb: Ich bin nicht gegen regenerative Energien, und ich übersehe auch die problematischen Seiten der Kernkraft nicht.

Aber ich erwarte von denjenigen, die unsere Interessen vertreten, Augenmaß statt Aktionismus – und eine (auch zeitliche) Umsetzung, die die Versorgungssicherheit nicht leichtfertig aufs Spiel setzt.

Doch ist es inzwischen nicht viel unwahrscheinlicher, dass es ***nicht*** zu einem Blackout kommt, als dass irgendeiner der vielen Risikofaktoren eintritt?





T. C. A. Greilich: Ratgeber Einbruchschutz und Heimverteidigung • gebunden
205 Seiten • durchgehend farbig illustriert • ISBN 978-3-86445-567-4 • 16,99 €
e-Book • ISBN 978-3-86445-577-3 • 14,99 €

Schritt für Schritt: So sichern Sie Ihr Heim gegen Einbrecher, Räuber und Vandalismus

Seit die Wohnungseinbrüche 2014 die Zahl von 150 000 Fällen überschritten haben, bleiben sie konstant oberhalb dieser Schwelle; im 10-Jahres-Vergleich haben sie seit 2006 um rund 50 Prozent zugenommen. Dass nur jeder sechste Einbruch aufgeklärt wird und nur 2

bis 3 Prozent der ermittelten Tatverdächtigen verurteilt werden, macht das ganze Dilemma deutlich.

Doch damit nicht genug: Hinzu kommen über 165 000 Diebstähle aus Wohnungen und Nebenräumen sowie über 85 000 Raubüberfälle in Wohnungen und Hausfriedensbrüche – also über 400 000 Fälle, in denen Unbefugte, mit mehr oder weniger Gewalt, Unrecht in anderer Leute Haus und Hof verübt haben.

Diese Zahlen machen deutlich: Die Wahrscheinlichkeit, dass Räuber in Ihre Wohnung eindringen, ist so hoch wie nie zuvor. Mithilfe dieses Buches können Sie schnell und einfach verhindern, dass Sie Opfer eines Einbruchs werden. Denn T. C. A. Greilich erläutert Ihnen, wie Sie Ihr Heim professionell absichern.

Warum Heimverteidigung immer wichtiger wird

Der Autor geht dabei nach einer logischen Reihenfolge vor. Er beschreibt zunächst das typische Verhalten von Einbrechern. Daraus lässt sich der erste Schritt der notwendigen Maßnahmen ableiten. Das ist vor allem die mechanische Absicherung der Schwachpunkte, die sich Einbrecher als Erstes zunutze machen. In einem zweiten Schritt können Sie die Sicherheit durch Elektrotechnik, beispielsweise in Form von Alarmanlagen, weiter erhöhen. Im dritten Schritt bauen Sie eine wirkungsvolle Heimverteidigung auf. Das ist besonders wichtig, da Einbrecher auch immer öfter in Häuser eindringen, wenn die Bewohner anwesend sind und Wertsachen unter Einsatz von teilweise brutaler Gewalt rauben.

Die besondere Stärke dieses Ratgebers: Sicherheitsfachmann Greilich erläutert alle Vorkehrungen auch für Laien verständlich und praxisnah. Bilder veranschaulichen die Maßnahmen. Produktempfehlungen und -vergleiche erleichtern den Kauf von Sicherheitstechnik.

Das zweite entscheidende Plus: Beschreibungen von Tatbedingungen und davon abgeleitete Verhaltensmaßnahmen, Maßnahmen zur Wertsachensicherung und Erläuterungen zur Hausratsversicherung bis hin zu aktuellen Fördermöglichkeiten und Steuersparmöglichkeiten runden den Ratgeber ab. Sie lesen hier aber auch, warum es unerlässlich ist, den Brandschutz in Ihre Planung mit einzubeziehen.

Einbruchschutz und Heimverteidigung von A bis Z:
Alles, was Sie wissen müssen!





T. C. A. Greilich: Selbstverteidigung mit freien Waffen • Paperback 95 Seiten • durchgehend farbig illustriert • ISBN 978-3-86445-538-4 • 9,99 €
e-Book • ISBN 978-3-86445-543-8 • 8,99 €

Notwehr: Welche freien Waffen darf ich besitzen und führen? Welche sind sinnvoll, wirksam und – im Notwehrfall – erlaubt?

Fast 600 000 Fälle von Gewaltkriminalität und Körperverletzung pro Jahr, Tendenz steigend. Weitere über 1,3 Millionen Fälle von

Straßenkriminalität, Dunkelziffer unbekannt. Eine strapazierte Polizei, die die Sicherheit der Bevölkerung nur noch schwer gewährleisten kann. Und gleichzeitig immer neue Gesetzesänderungen, die die Rechte der Bürger einschränken und Kriminellen in die Hände spielen. – Es stellt sich die Frage, wie der Einzelne ich und seine Familie heute schützen kann und darf!

Dem Durchschnittsbürger stehen »freie« – besser: frei verkäufliche – Waffen zur Verfügung, bei deren Erwerb beispielsweise kein polizeiliches Führungszeugnis, kein besonderes Bedürfnis, keine Vereinszugehörigkeit und keine Sachkunde nachgewiesen werden muss und zumeist auch keine Registrierung erfolgt. **Eine Kaufentscheidung erfordert jedoch produktbezogene und rechtliche Vorüberlegungen!**

Dieses Buch greift auf 95 Seiten mit rund 30 Bildern aus der Masse der freien Waffen solche heraus, die sinnvoll, wirksam sowie – im Notwehrfall – erlaubt sind und gibt 15 konkrete Empfehlungen für den Einsatz zu Hause, im Auto oder unterwegs. Es erläutert zahlreiche Produktdetails und Varianten sowie Funktionsweise, Einsatzbereich, Handhabung, Anwendungsrisiken, rechtliche Aspekte, Kosten und Fragen zum Kauf; dabei wird auch deutlich, welche Verteidigungsmittel für Minderjährige geeignet und zulässig sind. Zudem stellt es mehr als 20 neue Entwicklungen und Trends bei (freien) Waffen vor.

Es zeigt die aktuellen Entwicklungen im deutschen und europäischen Waffenrecht seit 2016 einschließlich weiterer Tendenzen auf, informiert über Trends bei Rechtsprechung und Vollzugsbehörden und gibt einen Einblick in das Waffenrecht der Schweiz und Österreichs, was für Einheimische und für Reisende gleichermaßen von Bedeutung ist.

Dieses Buch versetzt den Leser in die Lage, beim Kauf einer freien Waffe die richtigen Fragen zu stellen – über die Produkte hinaus, die der nächstbeste Händler möglicherweise gerade im Angebot hat oder die in anonymen Internetshops angeboten werden.

Waffen. Doch ganz so einfach ist es nicht.

Die Grenzen zwischen Erlaubtem und Verbotenem, zwischen Waffe und Sportgerät oder Spielzeug sind vielfach fließend und lediglich davon abhängig,

- ob zum Beispiel bei Druckluftwaffen die Mündungsenergie mehr oder weniger als 7,5 Joule beträgt,
- ob ein Teleskopschlagstock aus festen oder flexiblen Elementen besteht,
- wie Länge und Art einer Messerklinge beschaffen sind,
- ob eine gebraucht gekaufte Waffe ein Prüfzeichen besitzt oder nicht,
- ob ein Baseballschläger faktisch als Sportgerät oder zur Verteidigung genutzt wird,
- ob eine Waffe (zu Hause) besessen oder (in der Öffentlichkeit) geführt wird,
- ob eine Waffe »irgendwo« geführt wird oder auf öffentlichen Veranstaltungen usw.

Der *Ratgeber Freie Waffen* gibt auf 124 Seiten mit rund 70 Abbildungen einen Überblick über die wichtigsten frei verkäuflichen Waffen:

- Schlagwaffen
- Hieb- und Stichwaffen
- Wurf- und Schleuderwaffen
- Bogenwaffen
- Schusswaffen
- Reizstoffwaffen
- Elektroimpulswaffen u. v. m.

Jede Waffe wird erläutert, abgebildet und mit einem rechtlichen Hinweis versehen,

- ob sie unter den Waffenbegriff im Sinne des Waffengesetzes fällt,

- ob und ab welchem Alter Erwerb und Besitz erlaubt sind,
- ob das Führen der Waffe erlaubt oder verboten ist,
- ob das Führen auf Veranstaltungen erlaubt oder verboten ist,
- wie die Waffe transportiert werden muss,
- wie die Waffe aufbewahrt werden muss.

Ob Erdbeben oder Überschwemmung, ob Chemieunfall oder Terroranschlag – es kann für jeden von uns jederzeit notwendig werden, sein Haus sofort zu verlassen. In den meisten Fällen wird es in einer solchen Notsituation nicht möglich sein, Ausrüstung für die Flucht zusammenzusuchen. Es empfiehlt sich daher, einen Fluchtrucksack und eine Tasche für Notfälle (»Bug-out-Bag«) bereitzuhalten.

Doch was gehört in einen solchen Fluchtrucksack und in ein »Bug-out-Bag«? Welche Produkte sollte man kaufen? Und was ist rund um die Flucht zu beachten? Die Antworten darauf liefert der renommierte Outdoor- und Survival-Spezialist Lars Konarek in diesem Buch. Der Ausbilder von Spezialeinheiten bei Polizei- und Militär beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Flucht in Notsituationen, mit dem Überleben in der Natur und entsprechender Ausrüstung. In diesem Ratgeber gibt er seine Erfahrungen weiter und behandelt alle Aspekte des Themas.

Im Mittelpunkt steht dabei der Fluchtrucksack. Diese »Lebensversicherung« brauchen Sie, wenn absehbar ist, dass Sie nie mehr oder sehr lange nicht mehr nach Hause zurückkehren können. Konarek erläutert Ihnen: • Wie Sie das Gewicht des Rucksacks möglichst gering halten • Wie Sie das Volumen optimal nutzen • Was nach unten gepackt werden kann und was schnell greifbar sein muss • Wie Sie die Ausrüstung vor Feuchtigkeit schützen. Ausführlich behandelt wird vor allem die Frage, welche Utensilien in den Rucksack gehören. Lars Konarek bietet Ihnen dazu eine Packliste. Und da Ihr Überleben von der Qualität der Ausrüstung abhängt, befasst er sich detailliert mit jedem einzelnen Utensil: vom Schlafsack über den Wasserfilter bis hin zum Taschenmesser.

Der Survival-Experte erläutert darüber hinaus die Vorbereitung und die einzelnen Phasen einer Flucht. Ein besonderes Augenmerk legt er dabei auf die typischen Probleme des Aufenthalts im Freien.

Lesenswert ist dieser Ratgeber nicht zuletzt aufgrund einer Fülle »kleiner« praxiserprobter Tipps aus dem Erfahrungsschatz eines Outdoor-Praktikers, der gut 150 Tage des Jahres im Wald lebt. Diese Empfehlungen können ernsthafte Schwierigkeiten in Krisensituationen verhindern oder sogar den Unterschied zwischen Leben und Tod ausmachen.